

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

Offenlegungsschrift
DE 197 24 681 A 1

⑤ Int. Cl.⁸:
B 60 L 15/20
B 60 L 11/02

21	Aktenzeichen:	197 24 681.8
22	Anmeldetag:	11. 6. 97
43	Offenlegungstag:	19. 2. 98

DE 197 24 681 A1

(30) Unionspriorität:
8-149490 11.06.96 JP

(71) Anmelder:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

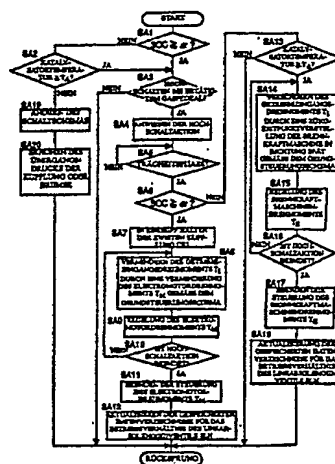
(74) Vertreter:
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 85354 Freising

(72) Erfinder:
Tabata, Atsushi, Okazaki, Aichi, JP; Taga, Yutaka, Aichi, JP; Ibaraki, Ryuji, Toyota, Aichi, JP; Hata, Hiroshi, Toyota, Aichi, JP; Mikami, Tsuyoshi, Toyota, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Fahrzeughybridantriebssystemsteuervorrichtung zur Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments bei einer Getriebschaltaktion unter Verwendung der Brennkraftmaschine und/oder des Elektromotors/Generators

57) Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeughybridantriebs-systems (10, 180) mit einem Getriebe (18, 182), das zwischen einem Fahrzeugantriebsrad und einem aus einer Brennkraft-maschine (12) und einem Elektromotor/Generator (14) be-stehenden Satz angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine Drehmomentverminderungssteuereinrichtung (SA3-SA18, SB1-SB16, SC1-SC20) zur Verminderung eines Getriebeein-gangsdrehmoments während einer Getriebschaltaktion aufweist und die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung eine erste Drehmomentverminderungseinrichtung (SA14, SA15, SB10, SC18) zur Verminderung des Eingangs-drehmoments durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine (12), eine zweite Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SB8, SB12, SB14, SC6, SC10, SC14) zur Vermin-derung des Eingangsdrehmoments durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators (14) und eine Drehmoment-verminderungsmodusauswahl-einrichtung (SA6, SA13, SB3-SB7, SC4, SC5, SC9, SC13, SC17) aufweist, die in Abhängigkeit von einer bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung und/oder der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, um das Eingangsdrehmoment zu vermin-dern.



DE 197 24 681 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12.97 702 068/507

53/23

Beschreibung

Diese Anmeldung basiert auf der am 11. Juni 1996 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 8-149490, auf deren Inhalt hierin in vollem Umfang Bezug genommen sei.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf eine Vorrichtung zur Steuerung eines Hybridantriebssystems eines Kraftfahrzeugs und im besonderen auf ein Verfahren zur Verminderung eines Getriebeeingangsdrehmoments im Hybridantriebssystem unter einer bestimmten Bedingung.

Bekannt ist ein Hybridantriebssystem eines Kraftfahrzeugs mit (a) einer durch Verbrennung eines Kraftstoffs betriebenen Brennkraftmaschine, (b) einem Elektromotor/Generator, (c) einem Getriebe, das zwischen dem aus der Brennkraftmaschine und dem Elektromotor/Generator bestehenden Satz und einem Antriebsrad des Fahrzeugs angeordnet ist und ein variables Übersetzungsverhältnis hat, und einer Drehmomentverminderungssteuereinrichtung zur Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments bei einer Getriebebeschaltaktion unter einer bestimmten Bedingung. Ein Beispiel eines derartigen Hybridantriebssystems ist in dem Dokument JP-A-6-319210 offenbart, wonach das Getriebeeingangsdrehmoment während einer Getriebebeschaltaktion unter einer bestimmten Bedingung, beispielsweise während einer Trägheitsphase einer Getriebehochschaltaktion, während der das Gaspedal betätigt wird, durch eine Steuerung des Drehmoments des Elektromotors/Generators vorübergehend vermindert wird.

Das Verfahren zur Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments durch eine Steuerung des Drehmoments des Elektromotor/Generators führt jedoch nicht unbedingt immer zu einem zufriedenstellenden Ergebnis. So ist eine Verminderung des Eingangsdrehmoments beispielsweise nicht möglich, wenn die in einer Vorrichtung zur Speicherung elektrischer Energie gespeicherte elektrische Energiemenge für den Elektromotor/Generator nicht ausreicht.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Steuerung eines Kraftfahrzeughybridantriebssystems vorzusehen, das ein Getriebe aufweist, das zwischen dem aus der Brennkraftmaschine und dem Elektromotor/Generator bestehenden Satz und einem Antriebsrad angeordnet ist, wobei die Vorrichtung unter verschiedenen Fahrzeugbetriebsbedingungen eine angemessene Steuerung des Getriebeeingangsdrehmoments ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale von Anspruch 1.

Die vorstehend genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Steuerung eines Hybridantriebssystems eines Kraftfahrzeugs gelöst, das eine durch Verbrennung eines Kraftstoffs betriebene Brennkraftmaschine, einen Elektromotor/Generator und ein Getriebe aufweist, das zwischen einem Fahrzeugantriebsrad und dem aus der Brennkraftmaschine und dem Elektromotor/Generator bestehenden Satz angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine Drehmomentverminderungssteuereinrichtung zur Verminderung eines Getriebeeingangsdrehmoments während einer Getriebebeschaltaktion unter einer bestimmten Drehmomentverminderungsbedingung aufweist und dadurch gekennzeichnet ist, daß die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung (a) eine erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments durch eine Steuerung der

Brennkraftmaschine, (b) eine zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators, und (c) eine Drehmomentverminderungsmodusauswahlrichtung aufweist, die in Abhängigkeit von einer bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb von wenigstens der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, um das Eingangsdrehmoment zu vermindern.

Bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung zur Steuerung des Hybridantriebssystems eines Fahrzeugs weist die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung die erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes unter Verwendung der Brennkraftmaschine, die zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes unter Verwendung des Elektromotors/Generators und die Drehmomentverminderungsmodusauswahlrichtung auf, die in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb von wenigstens der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, um das Eingangsdrehmoment zu vermindern. Die vorliegende Steuervorrichtung ermöglicht im Vergleich zur herkömmlichen Steuervorrichtung, bei der nur der Elektromotor/Generator für eine Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments verwendet wird, über einen breiteren Bereich von Fahrzeugbetriebsbedingungen eine angemessene Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments.

Das durch die vorliegende Steuervorrichtung gesteuerte Hybridantriebssystem kann ein beliebiges Hybridantriebssystem mit einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor/Generator als eine Antriebskraftquelle und einem zwischen der Antriebskraftquelle und dem Antriebsrad des Fahrzeugs angeordneten Getriebe sein. Das typische Hybridantriebssystem, wofür die vorliegende Erfindung anwendbar ist, beinhaltet: einen Typ mit Kupplungen, die selektiv in Eingriff gebracht und freigegeben werden, um Kraftübertragungswege einzurichten und zu unterbrechen, wodurch wenigstens die Brennkraftmaschine oder der Elektromotor/Generator als die Antriebskraftquelle gewählt wird; einen Typ mit einer Planetengetriebevorrichtung oder einer Zusammenfüge-/Verteilvorrichtung zum Zusammenfügen und Verteilen der Ausgangsleistungen der Brennkraftmaschine und des Elektromotors/Generators; einen Typ, in dem der Elektromotor/Generator oder die Brennkraftmaschine als eine Nebenantriebskraftquelle verwendet wird, die die andere als eine Hauptantriebskraftquelle fungierende unterstützt; und einen Typ, in dem der Elektromotor/Generator dauernd als die Antriebskraftquelle verwendet wird, während die Brennkraftmaschine verwendet wird, um eine vom Elektromotor/Generator verbrauchte elektrische Energie zu erzeugen.

Das Hybridantriebssystem hat vorzugsweise eine Vielzahl von Betriebsmodi, wobei wenigstens die Brennkraftmaschine oder der Elektromotor/Generator als die Antriebskraftquelle betrieben wird. Die Betriebsmodi können einen Brennkraftmaschinenantriebsmodus, in dem die Brennkraftmaschine als die Antriebskraftquelle betrieben wird, um das Fahrzeug anzutreiben, einen Elektromotorantriebsmodus, in dem der Elektromotor/Generator als die Antriebskraftquelle verwendet wird, und einen Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus beinhalten, in dem sowohl die Brennkraftmaschine wie auch der Elektromotor/Generator als die Antriebskraftquelle betrieben werden. In

Abhängigkeit von der momentan erforderlichen Ausgangsleistung des Fahrzeugs (die der Betätigungsgröße eines Gaspedals, einer auf das Fahrzeug wirkenden Last oder einem diesbezüglich gleichwertigen Parameter entspricht) und der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs wird der geeignete Betriebsmodus des Hybridantriebssystems automatisch gewählt.

Die Bezeichnung "Elektromotor/Generator", die hierin verwendet wird, bezieht sich auf eine Vorrichtung, die wenigstens als ein Elektromotor oder ein elektrischer Generator (Dynamo) fungiert und in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Fahrzeugs selektiv als der Elektromotor oder der elektrische Generator betrieben werden kann. Wenn der Elektromotor/Generator dauernd als die Antriebskraftquelle verwendet wird, kann für jedes einer Vielzahl von Antriebsrädern des Fahrzeugs ein Elektromotor/Generator vorgesehen sein.

Das im Hybridantriebssystem vorgesehene Getriebe kann ein Automatikgetriebe sein, dessen Übersetzungsverhältnis gemäß einem bestimmten Schaltschema automatisch angepaßt wird, oder ein manuelles Schaltgetriebe mit verschiedenen Übersetzungsverhältnissen, die von einem Fahrzeugbediener selektiv eingerichtet werden. Das Automatikgetriebe kann vom Planetengetriebetyp oder vom Typ mit zwei parallelen Achsen sein, die eine Vielzahl von Betriebsstellungen mit jeweiligen Übersetzungsverhältnissen haben, die jeweils eingerichtet werden, indem entsprechende Kopplungseinrichtungen, wie z. B. hydraulisch betätigte Reibkopplungsvorrichtungen oder Klauenkupplungen, selektiv in Eingriff gebracht und freigegeben werden. Alternativ dazu kann das Automatikgetriebe ein stufenloses Getriebe vom Riemen- und Riemenscheibe-Typ oder Toroid-Typ mit einem stufenlos einstellbaren Übersetzungsverhältnis sein. Das manuelle Schaltgetriebe kann in Abhängigkeit von der Betätigung von Schaltern oder einem Schalthebel durch den Fahrzeugbediener über elektrische Betätigungsvorrichtungen geschaltet werden. Die für das Automatikgetriebe mit verschiedenen Übersetzungsverhältnissen verwendeten Schaltschemas sind vorzugsweise Schaltschemas, die die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Betätigungsgröße des Gaspedals als die Parameter für die Wahl eines der Übersetzungsverhältnisse umfassen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Steuervorrichtung dieser Erfindung vermindert die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung das Eingangsdrehmoment des Getriebes während einer Trägheitsphase in einer Hochschaltaktion als die Getriebeschaltaktion.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Steuervorrichtung vermindert die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung das Eingangsdrehmoment des Getriebes während einer Herunterschaltaktion als die Getriebeschaltaktion.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Steuervorrichtung vermindert die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung das Eingangsdrehmoment des Getriebes im Fall des Hinausschießens einer Eingangsdrehzahl des Getriebes während einer Kupplung-zu-Kupplung-Schaltaktion des Getriebes, die erfolgt, indem eine von zwei Kopplungsvorrichtungen in Eingriff gebracht wird, während die andere der beiden Kopplungsvorrichtungen freigegeben wird.

Das Eingangsdrehmoment des Getriebes kann jedoch auch unter einer anderen geeigneten Bedingung oder in einem beliebigen anderen Fall als einer Schaltaktion des Getriebes erfolgen, beispielsweise bei einer Betätigung

eines Schalt- bzw. Wählhebels von einer Nichtantriebsstellung, beispielsweise einer Neutralstellung (N), in eine Vorwärtsantriebsstellung (D).

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung vermindert die erste Drehmomentverminderungseinrichtung das Eingangsdrehmoment des Getriebes, indem eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine in Richtung spät erfolgt, um das Drehmoment der Brennkraftmaschine zu vermindern. Die erste Drehmomentverminderungseinrichtung kann das Eingangsdrehmoment des Getriebes jedoch auch vermindern, indem der Öffnungswinkel einer Drosselklappe der Brennkraftmaschine verkleinert wird, um das Brennkraftmaschinendrehmoment zu vermindern. In diesen Fällen kann das Getriebeeingangsdrehmoment vermindert werden, indem das Brennkraftmaschinendrehmoment vermindert wird, wenn sich das Hybridantriebssystem im vorstehend erwähnten Brennkraftmaschinenantriebsmodus oder Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus befindet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung vermindert die zweite Drehmomentverminderungseinrichtung das Eingangsdrehmoment des Getriebes, indem ein Vorwärtsrotationsdrehmoment des Elektromotors/Generators vermindert oder dem Elektromotor/Generator ein Rückwärtsrotationsdrehmoment verliehen wird. In diesem Fall kann das Getriebeeingangsdrehmoment durch eine Steuerung des Elektromotor/Generators nicht nur im Elektromotorantriebsmodus sondern auch im Brennkraftmaschinenantriebsmodus und im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus vermindert werden. Im Hybridantriebssystem mit einem elektrisch gesteuerten Drehmomentwandler, der so ausgebildet ist, daß die Ausgangsleistung der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von einer Reaktionskraft des Elektromotors/Generators zum Getriebe übertragen wird, kann das Eingangsdrehmoment des Getriebes durch eine Verminderung des Reaktionsdrehmoments des Elektromotors/Generators vermindert werden, wodurch das Ausgangsdrehmoment des Drehmomentwandlers vermindert wird.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ermöglicht die Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung den Betrieb der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform der Erfindung wählt die Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung einen ersten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht wird, einen zweiten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht wird, und einen dritten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der ersten und zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht wird.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bestimmt die Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung, ob die Brennkraftmaschine und der Elektromotor/Generator betrieben werden können, um das Eingangsdrehmoment des Getriebes zu vermindern, und wählt in Abhängigkeit davon, ob die Brennkraftmaschine und der Elektromotors/Generators betrieben werden können, wenigstens die erste oder zweite Drehmomentverminde-

rungeinrichtung aus.

Gemäß der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung wird die Brennkraftmaschine gesteuert, um das Eingangsdrehmoment des Getriebes zu vermindern, wenn der Betrieb des Elektromotors/Generators beispielsweise aufgrund einer nicht ausreichenden Menge an elektrischer Energie, die in einer Vorrichtung zur Speicherung elektrischer Energie (beispielsweise in einer Batterie) gespeichert ist, nicht möglich ist. Wenn andererseits die Brennkraftmaschine nicht betrieben werden kann, da die Temperatur eines Katalysators unter einem unteren Grenzwert liegt, wird der Elektromotor/Generator gesteuert, um das Eingangsdrehmoment des Getriebes zu vermindern. Das Eingangsdrehmoment des Getriebes kann somit selbst dann in einer angemessenen Weise vermindert werden, wenn die Brennkraftmaschine oder der Elektromotor/Generator nicht als eine Quelle zur Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments betrieben werden kann.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung bestimmt die Drehmomentverminderungsmodusausswahlrichtung, ob der Elektromotor/Generator für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes betrieben werden kann, und ermöglicht den Betrieb der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung, wenn der Elektromotor/Generator nicht betrieben werden kann, und den Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung, wenn der Elektromotor/Generator nicht betrieben werden kann.

Wenn sowohl die Brennkraftmaschine wie auch der Elektromotor/Generator nicht als die Quelle für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes betrieben werden können, wird vorteilhafterweise ein Schaltschema, das verwendet wird, um zu bestimmen, ob die Schaltaktion stattfinden soll, gewechselt oder der Druck einer Kopplungsvorrichtung erhöht, die in Eingriff gebracht wird, um die Schaltaktion durchzuführen. Wenn das Schaltschema gewechselt wird, wird das normalerweise verwendete Schaltschema durch ein Schaltschema ersetzt, das die Schaltaktion des Getriebes im Vergleich zum normalen Fall bei einer niedrigeren Fahrzeugfahrgeschwindigkeit stattfinden läßt. Der Wechsel des Schaltschemas oder die Erhöhung des Drucks der Kopplungsvorrichtung tragen effektiv zu einer Verminderung der Belastung der Kopplungsvorrichtung bei.

Des weiteren kann der Druck der Kopplungsvorrichtung, die in Eingriff gebracht wird, um die betreffende Schaltaktion des Getriebes durchzuführen, während eines Betrieb zur Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes reduziert werden. In diesem Fall wird der Druck der Kopplungsvorrichtung um einen dem Betrag der Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments entsprechenden Betrag reduziert.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung bestimmt die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung einen Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes in Abhängigkeit von den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine und des Elektromotors/Generators.

Gemäß den vorstehenden bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann der Betrag der Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments in Abhängigkeit von der speziellen Trägheit (dem Trägheitsmoment) der Antriebskraftquelle, d. h. der Trägheit der Brennkraftmaschine, die im Brennkraftmaschinenantriebsmodus als die Antriebskraftquelle verwendet wird, der Träg-

heit (dem Trägheitsmoment) des Elektromotors/Generators, der im Elektromotorantriebsmodus als die Antriebskraftquelle verwendet wird, oder der gesamten Trägheit (dem gesamten Trägheitsmoment) der Brennkraftmaschine und des Elektromotors/Generators, die im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus als die Antriebskraftquelle verwendet werden, in angemessener Weise bestimmt werden. Die vorliegende Vorrichtung gewährleistet somit eine Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments mit einer höheren Genauigkeit. Diesbezüglich könnte ein Unterschied in der Trägheit der verwendeten Antriebskraftquelle einen Schalldruck des Getriebes hervorrufen, wenn das Eingangsdrehmoment des Getriebes um denselben Betrag vermindert wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bestimmt die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung den Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments in Abhängigkeit von einem momentan eingerichteten Betriebsmodus des Hybridantriebssystems. Die Betriebsmodi beinhalten beispielsweise einen Elektromotorantriebsmodus, in dem der Elektromotor/Generator als eine Antriebskraftquelle für den Antrieb des Kraftfahrzeugs betrieben wird, einen Brennkraftmaschinenantriebsmodus, in dem die Brennkraftmaschine als die Antriebskraftquelle verwendet wird, und einen Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus, in dem sowohl die Brennkraftmaschine wie auch der Elektromotor/Generator als die Antriebskraftquelle verwendet werden.

Der Betrag der Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments kann vorteilhafterweise auch durch andere Parameter als durch die Betriebszustände der Brennkraftmaschine und des Elektromotors/Generators bestimmt werden. Diese Parameter beinhalten das Drehmoment der Brennkraftmaschine oder des Elektromotors/Generators vor der Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments und die Art der Schaltaktion des Getriebes.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Steuervorrichtung des weiteren eine Lernkompensationseinrichtung zum Ausführen einer Lernkompensation eines physikalischen Werts auf, der die Schaltaktion des Getriebes beeinflußt, wobei die Lernkompensationseinrichtung für jeden einer Vielzahl von Drehmomentverminderungsmodi vorgesehen ist, wovon in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung durch die Drehmomentverminderungsmodusausswahlrichtung wenigstens einer ausgewählt wird, um den Betrieb von wenigstens der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes zu ermöglichen.

Die vorstehende bevorzugte Ausführungsform der Vorrichtung ermöglicht, daß die Schaltaktion des Getriebes mit einem höheren Grad an Stabilität stattfindet, da der die Schaltaktion beeinflussende physikalische Wert in einem Lernkompensationsverfahren durch diejenige der Vielzahl von Lernkompensationseinrichtungen bestimmt wird, die dem Drehmomentverminderungsmodus entspricht, in dem das Getriebeeingangsdrehmoment vermindert wird. Bei demselben Betrag der Verminderung des Getriebeeingangsdrehmoments würden sich die Steuerungsgenauigkeit und das Steuerungsansprechvermögen der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung, die die Brennkraftmaschine verwendet, um das Getriebeeingangsdrehmoment zu

vermindern, und die Steuerungsgenauigkeit und das Steuerungsansprechvermögen der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung, die den Elektromotor/Generator verwendet, um das Getriebeeingangsdrehmoment zu vermindern, voneinander unterscheiden. Der physikalische Wert, der in dem Lernkompensationsverfahren ungeachtet der speziellen Drehmomentverminderungseinrichtung in derselben Art und Weise bestimmt wird, ermöglicht daher keine angemessene Steuerung der Schaltaktion des Getriebes.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung besteht der physikalische Wert aus einem Hydraulikdruck, der auf eine Kopplungsvorrichtung zur Ausführung der Schaltaktion des Getriebes aufgebracht wird, und die Lernkompensationseinrichtung bestimmt den Hydraulikdruck als den physikalischen Wert durch die Lernkompensation.

Gemäß der vorstehenden vorteilhaften Ausgestaltung kann die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung einen Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments des Getriebes in der Art und Weise einer Rückkopplung (in einer Regelung) derart steuern (regeln), daß die Schaltaktion einer bestimmten Bedingung entsprechend erfolgt. In diesem Fall bewirkt die Lernkompensationseinrichtung die Lernkompensation des Hydraulikdrucks in Abhängigkeit von dem Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments durch die Rückkopplungssteuerung bzw. Regelung mittels der Drehmomentverminderungssteuereinrichtung.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der vorstehenden bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung besteht die Vielzahl der Drehmomentverminderungsmodi aus einem ersten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht wird, einem zweiten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht wird, und einem dritten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der ersten und zweiten Drehmomentverminderungseinrichtungen ermöglicht werden.

Die vorstehend genannte Aufgabe und weitere Aufgaben, Merkmale, Vorteile sowie die technische und industrielle Bedeutsamkeit dieser Erfindung werden durch das Lesen der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung unter gleichzeitiger Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen besser ersichtlich.

Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die eine allgemeine Ausgestaltung eines Hybridantriebssystems eines Kraftfahrzeugs zeigt, das mit einer gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstruierten Steuervorrichtung ausgestattet ist.

Fig. 2 ist eine Ansicht, die ein im Hybridantriebssystem von Fig. 1 verwendetes Steuerungssystem veranschaulicht.

Fig. 3 ist eine Ansicht, die die Betriebszustände verschiedener Kopplungselemente zum Einrichten verschiedener Betriebsstellungen des Automatikgetriebes im Hybridantriebssystem von Fig. 1 zeigt.

Fig. 4 ist eine Ansicht, die einen Teil eines hydraulischen Systems des Automatikgetriebes im Hybridantriebssystem von Fig. 1 zeigt.

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm, das die Verbindung zwischen einer Hybridantriebssteuerung und einem in Fig. 1 gezeigten elektrisch betätigten Drehmomentwandler zeigt.

Fig. 6 ist ein Ablaufdiagramm, das eine von der Hybridantriebssteuerung des Hybridantriebssystems von Fig. 1 ausgeführte Subroutine zur Bestimmung des Betriebsmodus zeigt.

Fig. 7 ist eine Ansicht, die neun Betriebsmodi zeigt, die gemäß der Subroutine von Fig. 7 selektiv eingerichtet werden.

Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm, das eine erfindungsgemäße Steueroutine für das Hybridantriebssystem von Fig. 1 zeigt.

Fig. 9 ist ein Zeitschaubild zur Darstellung eines Beispiels von Änderungen verschiedener Parameter des Hybridantriebssystems, wenn das Eingangsdrehmoment des Automatikgetriebes durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators gemäß des Ablaufdiagramms von Fig. 8 vermindert wird.

Fig. 10 ist eine Ansicht zur Erläuterung des Wechsels von Getriebschaltschemas im Schritt SA19 der Routine von Fig. 8.

Fig. 11 ist ein Ablaufdiagramm, das eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Steueroutine für das Hybridantriebssystem zeigt.

Fig. 12 ist ein Zeitschaubild zur Darstellung eines Beispiels von Änderungen der Parameter des Hybridantriebssystems, wenn das Eingangsdrehmoment des Automatikgetriebes gemäß der Routine von Fig. 11 vermindert wird.

Fig. 13 ist ein Ablaufdiagramm, das eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Steueroutine zeigt.

Fig. 14 ist ein Zeitschaubild zur Darstellung eines Beispiels von Änderungen der Parameter des Hybridantriebssystems, wenn das Eingangsdrehmoment des Automatikgetriebes gemäß der Routine von Fig. 13 vermindert wird.

Fig. 15 ist ein Ablaufdiagramm, das eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Steueroutine zeigt.

Fig. 16 ist ein Zeitschaubild zur Darstellung eines Beispiels von Änderungen der Parameter gemäß der Routine von Fig. 15.

Fig. 17 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines Datenverzeichnisses für eine Lernkompensation eines Hydraulikdrucks PSLU in der Ausführungsform von Fig. 15 zeigt, der auf ein Linearsolenoidventil SLU für das Automatikgetriebe aufgebracht wird.

Fig. 18 ist ein Ablaufdiagramm, das eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Steueroutine zeigt.

Fig. 19 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines durch die Lernkompensation gemäß der Steueroutine von Fig. 18 aktualisierten Datenverzeichnisses zeigt.

Fig. 20 ist eine schematische Ansicht, die einen anderen Typ von Hybridantriebssystem zeigt, wofür die vorliegende Erfindung verwendet werden kann.

Fig. 21 ist eine Ansicht, die die Betriebszustände verschiedener Kopplungselemente zum Einrichten verschiedener Betriebsstellungen des Automatikgetriebes im Hybridantriebssystem von Fig. 20 zeigt.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen.

Zuerst sei auf die schematische Ansicht von Fig. 1 Bezug genommen, in der ein Hybridantriebssystem 10 gezeigt ist, das für ein Frontmotor-Heckantriebs-Kraftfahrzeug (FH-Fahrzeug) verwendet werden kann. Das Hybridantriebssystem 10 weist auf: eine Brennkraftmaschine 12, beispielsweise eine Brennkraftmaschine mit innerer Verbrennung, die durch eine Verbrennung eines

Kraftstoffs betrieben wird, einen Elektromotor/Generator 14, der als ein mit elektrischer Energie betriebener Elektromotor und als ein elektrischer Generator fungiert, ein Planetengetriebe 16 vom Typ mit einem Ritzel (single pinion type) und eine Kraftübertragungsvorrichtung in der Gestalt eines Automatikgetriebes 18. Diese Brennkraftmaschine 12, der Elektromotor/Generator 14, das Planetengetriebe 16 und das Automatikgetriebe 18 sind in Längsrichtung des Kraftfahrzeugs angeordnet. Das Automatikgetriebe 18 weist eine Ausgangswelle 19 auf, die durch eine Gelenkwelle und eine Differentialgetriebevorrichtung (die beide nicht gezeigt sind) betrieblich mit linken und rechten Hinterrädern in Verbindung steht, wodurch eine Antriebskraft zu den Antriebsrädern übertragen wird.

Das Planetengetriebe 16 fungiert als eine Zusammenfüge-/Verteilvorrichtung zum mechanischen Zusammenfügen und Verteilen einer Kraft und kooperiert mit dem Elektromotor/Generator 14 so, daß sie einen elektrisch gesteuerten Drehmomentwandler 24 bilden, der in Fig. 1 durch eine Strich-Punkt-Linie angegeben ist. Das Planetengetriebe 16 weist auf: ein erstes Rotations-element in der Gestalt eines mit der Brennkraftmaschine 12 durch eine erste Kupplung CE1 in Verbindung stehenden Hohlrads 16r, ein zweites Rotations-element in der Gestalt eines mit einer Läuferwelle 14r des Elektromotors/Generators 14 in Verbindung stehenden Sonnenrads 16s und ein drittes Rotations-element in der Gestalt eines mit einer Ausgangswelle in Verbindung stehenden Planetenträgers 16c, die einer Eingangswelle 26 des Automatikgetriebes 18 entspricht. Das Sonnenrad 16s und der Planetenträger 16c stehen durch eine zweite Kupplung CE2 miteinander in Verbindung.

Die Brennkraftmaschine 12 steht über ein Schwungrad 28 und eine Dämpfungsvorrichtung 30 mit der ersten Kupplung CE1 in Verbindung. Das Schwungrad 28 und die Dämpfungsvorrichtung 30 haben die Aufgabe, Drehzahl- und Drehmomentschwankungen der Brennkraftmaschine 12 zu absorbieren. Die Dämpfungsvorrichtung 30 weist ein elastisches Bauteil auf, beispielsweise eine Feder oder ein Gummibauteil. Die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 sind Mehrscheiben-Reibkupplungen, die jeweils durch hydraulische Betätigungsvorrichtungen in Eingriff gebracht und freigegeben werden.

Das Automatikgetriebe 18 ist eine Kombination aus einem vorderen Nebenge triebe 20 und einem hinteren Hauptgetriebe 22. Das Nebenge triebe 20 besteht aus einem Overdrive-Planetenradsatz 32 vom Typ mit einem Ritzel, wohingegen das Hauptgetriebe 22 aus drei Planetenradsätzen 34, 36, 38 besteht, die miteinander in Verbindung stehen. Das Hauptgetriebe 22 hat fünf Vorwärtsantriebsstellungen und eine Rückwärtsantriebsstellung. Das Nebenge triebe 22 weist eine reibschlüssige Kupplung C0 und Bremse B0 auf, die jeweils durch hydraulische Betätigungsvorrichtungen betätigt werden, sowie eine Freilaufkupplung F0.

Das Hauptgetriebe 22 weist reibschlüssige Kupplungen C1, C2 und Bremsen B1, B2, B3, B4, die jeweils durch hydraulische Betätigungsvorrichtungen betätigt werden, sowie Freilaufkupplungen F1, F2 auf.

Das Automatikgetriebe 18 weist eine in Fig. 2 gezeigte hydraulische Steuervorrichtung 44 mit solenoidbetätigten Ventilen SL1 bis SL4 auf. Die Solenoide dieser solenoidbetätigten Ventile SL1 bis SL4 werden selektiv erregt und aberregt, um die Kupplungen C0, C1, C2 und Bremsen B0, B1, B2, B3, B4 selektiv in Eingriff zu bringen und freizugeben, wodurch selektiv eine der in Fig. 3

gezeigten Betriebsstellungen des Automatikgetriebes 18 eingerichtet wird. Die Betriebsstellungen des Automatikgetriebes 18 umfassen eine Neutralstellung "N", eine Rückwärtsantriebsstellung "R" und fünf Vorwärtsantriebsstellungen, d. h. eine Stellung 1. Gang "1.", eine Stellung 2. Gang "2", eine Stellung 3. Gang "3", eine Stellung 4. Gang "4." und eine Stellung 5. Gang "5.", wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Die hydraulische Steuervorrichtung 44 weist ein manuelles Schaltventil auf, das mit einem Wählhebel mechanisch in Verbindung steht und durch diesen betätigt wird. Die Kupplungen C0 bis C2 und Bremsen B0 bis B4 werden durch die solenoidbetätigten Ventile SL1 bis SL4 und das manuelle Schaltventil gesteuert. Der Wählhebel hat eine Parkstellung "P", eine Neutralstellung "N", eine Rückwärtsstellung "R", eine Antriebsstellung "D" und Brennkraftmaschinenbremsstellungen, z. B. eine Stellung 3. Gang "3", eine Stellung 2. Gang "2" und eine Niedriggangstellung "L" (LOW).

Da das Automatikgetriebe 18 und der elektrisch gesteuerte Drehmomentwandler 24 bezüglich ihrer Mittellinie symmetrisch sind, sind in Fig. 1 nur die oberen Hälften des Getriebes 18 und des Drehmomentwandlers 24 dargestellt.

In der Tabelle von Fig. 3 geben die Symbole "O" die Eingriffszustände der Kupplungen C, Bremsen B und Freilaufkupplungen F an, wohingegen die Symbole "●" die Eingriffszustände der Kupplung C0 und Bremsen B1, B4 angeben, wenn sich der Wählhebel in einer der vorstehend genannten Brennkraftmaschinenbremsstellungen befindet. Ein Fehlen von "O" oder "●" Symbolen gibt die Freigabezustände der Kupplungen C, Bremsen B und Freilaufkupplungen F an.

Die Neutralstellung "N" und Rückwärtsstellung "R" des Automatikgetriebes 18 werden durch das mit dem Wählhebel mechanisch in Verbindung stehende manuelle Schaltventil eingerichtet. Wenn der Wählhebel in eine der Brennkraftmaschinenbremsstellungen bewegt wird, wird das Automatikgetriebe 18 durch das manuelle Schaltventil automatisch geschaltet. Wenn der Wählhebel in die Antriebsstellung "D" gebracht wird, wird das Automatikgetriebe 18 in eine geeignete der fünf Vorwärtsantriebsstellungen "1." bis "5." geschaltet, wobei die Solenoide der solenoidbetätigten Ventile SL1 bis SL4 in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Fahrzeugs selektiv erregt werden.

Die Übersetzungsverhältnisse der fünf Vorwärtsantriebsstellungen "1." bis "5." des Automatikgetriebes 18 nehmen vom Übersetzungsverhältnis der Stellung 1. Gang "1." ausgehend zum Übersetzungsverhältnis der Stellung 5. Gang "5." hin schrittweise ab, wie es in der Tabelle von Fig. 3 beispielhaft gezeigt ist. Die Stellung 4. Gang "4." hat ein Übersetzungsverhältnis i_4 , das 1 beträgt. Die Übersetzungsverhältnisse der Rückwärtsantriebs- und Vorwärtsantriebsstellungen des Automatikgetriebes 18 sind in der Tabelle von Fig. 3 nur zum Zwecke der Veranschaulichung angegeben.

Die hydraulische Steuervorrichtung 44 ist so aufgebaut, wie es nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben wird.

In Fig. 4 bezeichnen die Bezugszeichen 70, 71 und 72 ein 1-2 Schaltventil, ein 2-3-Schaltventil bzw. ein 3-4-Schaltventil. Unter den in Fig. 4 gezeigten Schaltventilen 70, 71, 72 sind Arbeitsfluidverbindungen von Anschlüssen dieser Schaltventile angegeben, wobei die fünf Vorwärtsantriebsstellungen "1.", "2.", "3.", "4." und "5." mit "1", "2", "3", "4" bzw. "5" angegeben sind.

Das 2-3-Schaltventil 71 hat einen Eingangsanschluß 73 und einen Bremsanschluß 74, die miteinander kom-

munizieren, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in der Stellung 1. Gang "1." oder in der Stellung 2. Gang "2." befindet. Die vorstehend genannte dritte Bremse B3 steht durch einen Ölkanal 75 mit dem Bremsanschluß 74 in Verbindung. Der Ölkanal 75 weist eine Blende bzw. Drossel 76 auf; zwischen der Drossel 76 und der dritten Bremse B3 ist ein Dämpfungsventil 77 angeschlossen. Das Dämpfungsventil 77 hat die Aufgabe, eine kleine Menge des Arbeitsöls aufzunehmen, wodurch bei einem abrupten Anstieg eines auf die dritte Bremse B3 aufgetragenen Leitungsdrucks PL eine Dämpfwirkung erzielt wird.

Das Bezugszeichen 78 in Fig. 4 bezeichnet ein B-3-Steuerventil, das vorgesehen ist, um den Eingriffsdruck der dritten Bremse B3 zu regeln. Das B-3-Steuerventil 78 weist einen Steuerkolben 79, einen Kolben 80 und eine zwischen dem Steuerkolben 79 und dem Kolben 80 befindliche Feder 81 auf. Das B-3-Steuerventil 78 hat einen Eingangsanschluß 82, der durch den Steuerkolben 79 geöffnet und geschlossen wird und an dem der Ölkanal 75 angeschlossen ist, sowie einen Ausgangsanschluß 83, der selektiv mit dem Eingangsanschluß 82 in Verbindung bringbar ist und an dem die dritte Bremse B3 angeschlossen ist. Der Ausgangsanschluß 83 steht mit einem Rückkopplungsanschluß 84 in Verbindung, der zum Teil durch einen Endabschnitt des Steuerkolbens 79 definiert wird.

Das B-3-Steuerventil 78 hat des weiteren einen Anschluß 85, der mit einer Kammer kommuniziert, in der sich die Feder 79 befindet. Das 2-3-Schaltventil 71 hat einen Anschluß 86, der eine Hydraulikdruckausgabe (einen Leitungsdruck PL) erzeugt, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in einer der Vorwärtsantriebsstellungen "3.", "4." und "5." befindet. Der Anschluß 86 steht durch einen Ölkanal 87 mit dem Anschluß 85 des B-3-Steuerventils 78 in Verbindung. Das B-3-Steuerventil 78 hat des weiteren einen an einen Endabschnitt des Kolbens 80 angrenzenden Steueranschluß 88; ein Linearsolenoidventil SLU (Fig. 2) ist an den Steueranschluß 88 angeschlossen, so daß ein von dem Linearsolenoidventil SLU erzeugter Steuerdruck PSLU am Steueranschluß 88 wirkt. In dieser Anordnung wird der Hydraulikdruck durch das B-3-Steuerventil 78 in Abhängigkeit von der Federkraft der Feder 81 und dem am Anschluß 85 wirkenden Hydraulikdruck geregelt. Die Federkraft der Feder 81 steigt mit einem Anstieg des auf den Steueranschluß 88 wirkenden Steuerdrucks PSLU an.

Das Bezugszeichen 89 in Fig. 4 bezeichnet ein 2-3-Wegeventil, das einen Steuerkolben 90, einen ersten Kolben 91, eine zwischen dem Steuerkolben 90 und dem ersten Kolben 91 angeordnete Feder 92 und einen zweiten Kolben 93 aufweist, der sich an der Seite des Steuerkolbens 90 befindet, die vom ersten Kolben 91 entfernt ist. Der Steuerkolben 90 hat einen Steg mit einem kleinen Durchmesser und zwei Stege mit einem großen Durchmesser, wobei der Durchmesser des Stegs mit einem großen Durchmesser größer ist als der des Stegs mit dem kleinen Durchmesser. Das 2-3-Wegeventil 89 hat einen an einem mittleren Abschnitt ausgebildeten Anschluß 94. Ein Ölkanal 95 ist an den Anschluß 94 und an einen Anschluß 96 des 2-3-Schaltventils 71 angeschlossen, wobei der Anschluß 96 mit dem Bremsanschluß 74 kommuniziert, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in einer der Vorwärtsantriebsstellungen "3.", "4." und "5." befindet.

Der Ölkanal 95 hat eine Verzweigung, die durch eine Drossel mit einem Anschluß 97 des 2-3-Wegeventils 89 in Verbindung steht, der sich zwischen dem vorstehend

genannten Steg mit kleinem Durchmesser und einem der beiden Stege mit großem Durchmesser des Steuerkolbens 90 öffnet. Das 2-3-Wegeventil 89 hat des weiteren einen Anschluß 98, der selektiv mit dem vorstehend genannten Anschluß 94 in Verbindung bringbar ist und durch einen Ölkanal 99 mit einem Solenoidrelais 100 in Verbindung steht.

Das 2-3-Wegeventil 89 hat des weiteren einen Anschluß, der an einen Endabschnitt des ersten Kolbens 91 angrenzt und mit dem Linearsolenoidventil SLU in Verbindung steht, und einen weiteren Anschluß, der an einen Endabschnitt des zweiten Kolbens 93 angrenzt und durch eine Drossel mit der zweiten Bremse B2 in Verbindung steht.

Der vorstehend genannte Ölkanal 87 ist vorgesehen, um das Arbeitsöl zur zweiten Bremse B2 zu liefern und von dieser zweiten Bremse B2 ablaufen zu lassen. Der Ölkanal 87 ist mit einer Blende bzw. Drossel 101, dessen Öffnung einen kleinen Durchmesser hat, und einem Rückschlagventil 102 versehen. Der Ölkanal 87 hat eine Abzweigung 103, die mit einem Rückschlagventil 104 versehen ist, dessen Öffnung einen großen Durchmesser hat. Das Rückschlagventil 104 ist mit einer Rückschlagkugel versehen, die in eine offene Stellung bewegt wird, wenn von der zweiten Bremse B2 Öl abläuft. Die Abzweigung 103 ist an ein Drossel-Steuerventil 105 angeschlossen, das nachstehend beschrieben wird.

Das Drossel-Steuerventil 105 ist vorgesehen, um die Rate des von der zweiten Bremse B2 ablaufenden Öls zu steuern. Dieses Drossel-Steuerventil 105 weist einen Steuerkolben 106 auf und hat einen Anschluß 107 an einer mittleren Position. Der Anschluß 107 wird durch den Steuerkolben 106 geöffnet und geschlossen und steht mit der zweiten Bremse B2 in Verbindung. Das Drossel-Steuerventil 105 hat des weiteren einen an einer Position unterhalb des Anschlusses 107 ausgebildeten Anschluß 108, wie es in Fig. 4 zu sehen ist. Die vorstehend genannte Abzweigung 103 des Ölkanals 87 ist an den Anschluß 108 angeschlossen. Das Drossel-Steuerventil 105 hat des weiteren einen an einer Position oberhalb des Anschlusses 107 ausgebildeten Anschluß 109, wie es in Fig. 4 zu sehen ist.

Der Anschluß 109 ist selektiv mit einem Ablaufanschluß in Verbindung bringbar und steht durch einen Ölkanal 110 mit dem Anschluß 111 des B-3-Steuerventils 78 in Verbindung. Der Anschluß 111 ist selektiv mit dem Ausgangsanschluß 83 in Verbindung bringbar, an dem die dritte Bremse B3 angeschlossen ist.

Das Drossel-Steuerventil 105 hat des weiteren einen Steueranschluß 112, der an den Endabschnitt des Steuerkolbens 106 angrenzend ausgebildet ist, der von der auf den Steuerkolben 106 wirkenden Feder entfernt ist. Dieser Steueranschluß 112 steht durch einen Ölkanal 113 mit einem Anschluß 114 des 3-4-Schaltventils 72 in Verbindung. Dieser Anschluß 114 liefert einen Ausgangsdruck des dritten solenoidbetätigten Ventils SL3, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in einer der Vorwärtsantriebsstellungen "3.", "2." und "1." befindet, und liefert einen Ausgangsdruck des vierten solenoidbetätigten Ventils SL4, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in der Stellung 4. Gang "4." oder in der Stellung 5. Gang "5." befindet.

Der Ölkanal 95 hat eine Abzweigung 115, die mit dem Drossel-Steuerventil 105 in Verbindung steht. Die Abzweigung 115 ist selektiv mit dem Ablaufanschluß des Drossel-Steuerventils 105 in Verbindung bringbar.

Das 2-3-Schaltventil 71 hat einen Anschluß 116, der eine Hydraulikdruckausgabe (den Leitungsdruck PL)

hervorbringt, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in der Stellung 1. Gang "1." oder in der Stellung 2. Gang "2." befindet. Dieser Anschluß 116 steht durch einen Ölkanal 118 mit einem Anschluß 117 des 2-3-Wegeventils 89 in Verbindung, der sich in einer Kammer öffnet, in der die Feder 92 angeordnet ist. Das 3-4-Schaltventil 72 hat einen Anschluß 119, der mit dem vorstehend angegebenen Ölkanal 87 kommuniziert, wenn sich das Automatikgetriebe 18 in einer der Stellungen "3.", "2." und "1." befindet. Der Anschluß 119 steht durch einen Ölkanal 120 mit dem Solenoidrelaisventil 100 in Verbindung.

Das Bezugszeichen 121 in Fig. 4 bezeichnet einen Speicher für die zweite Bremse B2. Der Speicher 121 hat eine Gegendruckkammer, auf die ein Speichersteuerungsdruck Pac aufgebracht wird, der in Abhängigkeit von einem Steuerdruck P_{SLN} geregelt wird, der aus einem Linearsolenoidventil SLN (Fig. 2) aufgenommen wird. Wenn das 2-3-Schaltventil 71 betätigt wird, um das Automatikgetriebe 18 von der Stellung 2. Gang "2." in die Stellung 3. Gang "3." hochzuschalten, empfängt die zweite Bremse B2 aus dem Anschluß 86 über den Ölkanal 87 den Vorwärtsantriebsdruck (den Leitungsdruck PL), wodurch ein Kolben 121P des Speichers 121 durch diesen Leitungsdruck PL nach oben verschoben wird. Während der Kolben 121P nach oben verschoben wird, wird der auf die Bremse B2 aufgebrachte Hydraulikdruck PB2 auf einen im wesentlichen konstanten Pegel angehoben, der einer Summe aus einer abwärtsgerichteten Federkraft einer Feder 121S und einer vom Speichersteuerungsdruck Pac abhängenden Kraft entspricht. Der vorstehend genannte Pegel steigt im Besonderen nach und nach an, wenn die Feder 121S zusammengedrückt wird. Wenn sich der Kolben 121P an seiner oberen Endstellung befindet, nimmt der Druck den Leitungsdruck PL ein. Der Übergangsdruck PB2 im Verlauf einer 2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18, während der der Kolben 121P nach oben geschoben wird, hängt also vom Speichersteuerungsdruck Pac ab.

Der Speichersteuerungsdruck Pac, der auf den Speicher 121 aufgebracht wird, um die zweite Bremse B2 in Eingriff zu bringen und dadurch die Stellung dritter Gang "3." des Automatikgetriebes einzurichten, wird auch auf die anderen Speicher aufgebracht, d. h. auf den Speicher für die Kupplung C1, die in Eingriff gebracht wird, um die Stellung 1. Gang "1." einzurichten, auf den Speicher für die Kupplung C2, die in Eingriff gebracht wird, um die Stellung 4. Gang "4." einzurichten, und auf den Speicher für die Bremse B0, die in Eingriff gebracht wird, um die Stellung 5. Gang "5." einzurichten, so daß die Übergangsdrücke dieser Kupplungen C1, C2 und der Bremse B0 durch den Speichersteuerungsdruck Pac gesteuert werden.

Das Bezugszeichen 122 in Fig. 4 bezeichnet ein C-0-Abläßventil; das Bezugszeichen 123 bezeichnet einen Speicher für die Kupplung C0. Das C-0-Abläßventil 122 wird betätigt, um die Kupplung C0 in den Eingriffszustand zu bringen, damit das Fahrzeug durch eine Brennkraftmaschinenbremskraft abgebremst wird, wenn das Automatikgetriebe 18 in die Stellung zweiter Gang "2." geschaltet wird, wobei sich der Wählhebel in der Stellung "2" befindet.

In der hydraulischen Steuervorrichtung 44, die wie vorstehend beschrieben gestaltet ist, werden die Eingriffsdrücke der zweiten und dritten Bremse B2 und B3 während der 2-3-Hochschaltaktion von der Stellung zweiter Gang "2." in die Stellung dritter Gang "3.", d. h. während einer "Kupplung-zu-Kupplung"-Schaltaktion,

die erfolgt, indem die zweite Bremse B2 in Eingriff gebracht und die dritte Bremse B3 freigegeben wird, in Abhängigkeit vom Drehmoment der Eingangswelle 26 gesteuert, wodurch ein Schaltruck des Automatikgetriebes 18 effektiv vermindert wird. Die Übergangsdrücke der Kupplungen C1, C2 und der Bremse B0 während anderer Schaltaktionen des Automatikgetriebes 18 können ferner in einer geeigneten Weise geregelt werden, indem das Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLN gesteuert wird, um dadurch den Speichersteuerungsdruck Pac zu regeln.

Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, weist das Hybridantriebssystem 10 eine Hybridantriebssteuerung 50 sowie die vorstehend aufgeführte Automatikgetriebesteuerung 52 auf. Jede dieser Steuerungen 50, 52 besteht im Grunde aus einem Mikrocomputer mit einer zentralen Verarbeitungseinheit (CPU), einem Direkt-Zugriffs-Speicher (RAM) und einem Nur-Lese-Speicher (ROM). Die Steuerungen 50, 52 empfangen Ausgangssignale von verschiedenen Erfassungsvorrichtungen oder Sensoren, welche beinhalten: einen Gaspedalsensor 61 zum Erfassen einer Betätigungsgröße θ_{AC} eines Gaspedals, einen Elektromotordrehzahlsensor 62 zum Erfassen einer Drehzahl N_M des Elektromotors/Generators 14, einen Elektromotorstrommesser 63 zum Erfassen eines elektrischen Stroms des Elektromotors/Generators 14, der das Drehmoment T_M des Elektromotors 14 angibt, einen Brennkraftmaschinen-drehzahlsensor 64 zum Erfassen einer Drehzahl N_E der Brennkraftmaschine 12, einen Drosselklappensensor 65 zum Erfassen des Öffnungswinkels einer Drosselklappe, das das Drehmoment T_E der Brennkraftmaschine 12 angibt, einen Fahrgeschwindigkeitssensor 66 zum Erfassen der Drehzahl N_O der Ausgangswelle 19 des Automatikgetriebes 18, die die Fahrgeschwindigkeit V des Kraftfahrzeugs angibt, einen Bremsschalter 67 zum Erfassen einer Betätigung eines Bremspedals, einen Schaltstellungssensor 68 zum Erfassen der momentan gewählten Stellung des Wählhebels und einen Eingangswelldrehzahlsensor 69 zum Erfassen einer Drehzahl N_I der Eingangswelle 26 des Automatikgetriebes 18.

Die Hybridantriebssteuerung 50 steuert den Öffnungswinkel der Drosselklappe sowie die Kraftstoffeinspritzung und den Zündzeitpunkt der Brennkraftmaschine 12, wodurch die Ausgangsleistung (das Ausgangsdrehmoment) der Brennkraftmaschine 12 in Abhängigkeit von dem speziellen Betriebszustand des Fahrzeugs gesteuert wird.

Der Elektromotor/Generator 14 steht durch eine Elektromotor/Generator-Steuerung 56 mit einer Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie in Verbindung, wie es in Fig. 5 gezeigt ist. Die Hybridantriebssteuerung 50 steuert die Elektromotor/Generator-Steuerung 56 so, daß der Elektromotor/Generator 14 selektiv in einen Antriebszustand, einen Ladezustand und einen Nichtlade- oder Freizustand gebracht wird. Im Antriebszustand wird der Elektromotor/Generator 14 als ein Elektromotor betrieben, wodurch er ein bestimmtes Drehmoment vorsieht, wobei der Elektromotor von der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie mit elektrischer Energie versorgt wird. Im Ladezustand wird der Elektromotor/Generator 14 durch ein regeneratives Bremsen (d. h. durch ein elektrisches Bremsdrehmoment des Elektromotors/Generators *per se*) als ein elektrischer Generator oder Dynamo betrieben, wodurch die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie mit elektrischer Energie geladen wird. Im Nichtlade- oder Freizustand wird der Elektromotor/

Generator 14 in einen Nichtladezustand versetzt, indem die Läuferwelle 14r frei rotieren kann.

Die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 werden von der Hybridantriebssteuerung 50 durch solenoidbetätigte Ventile des hydraulischen Schaltkreises gesteuert. Das Automatikgetriebe 18 wird von der Automatikgetriebebesteuerung 52 durch die vorstehend genannten solenoidbetätigten Ventile SL1 bis SL4 und die Linear-solenoidventile SLU, SLT und SLN der hydraulischen Steuervorrichtung 44 gesteuert, wodurch das Automatikgetriebe 18 in Abhängigkeit vom Antriebszustand des Fahrzeugs, beispielsweise in Abhängigkeit von der Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals und der Fahrzeug-fahrtgeschwindigkeit V, und gemäß einem aus vorgegebenen Schaltschemas gewählten Schaltschema in die optimale Stellung geschaltet wird. Beispiele der Schaltschemas sind in Fig. 10 in gestrichelten Linien (a) und (b) dargestellt. Die gestrichelten Linien (a) und (b) stellen eine Herunterschalt-Grenzlinie und eine Hochschalt-Grenzlinie zum Herunterschalten und Hochschalten des Automatikgetriebes 18 in Abhängigkeit von der Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals und der Fahrzeug-fahrtgeschwindigkeit dar. Die Automatikgetriebebesteuerung 50 fungiert als eine Schaltsteuereinrichtung zur Steuerung der Schaltaktionen des Automatikgetriebes 18.

Die Hybridantriebssteuerung 50 führt eine im Ablaufdiagramm von Fig. 6 veranschaulichte Subroutine zur Bestimmung des Betriebsmodus aus, wobei einer der in Fig. 7 gezeigten neun Betriebsmodi des Hybridantriebs-systems 10 gewählt und die Brennkraftmaschine 12 und der elektrisch gesteuerte Drehmomentwandler 24 in dem gewählten Modus betrieben wird, wie es in der am 12. November 1996 eingereichten U.S. Patentanmeldung Nr. 08/746483 offenbart ist. Wie es in Fig. 2 gezeigt ist, nimmt die Hybridantriebssteuerung 50 die Ausgangssignale der vorstehend beschriebenen, verschiedenen Sensoren auf. Die durch die Hybridantriebssteuerung 50 ausgeführte Subroutine von Fig. 6 entspricht einer Moduswähleinrichtung zum Wählen eines der Betriebsmodi des Hybridantriebsystems 10.

Das Brennkraftmaschinen-drehmoment T_E kann über die vom Drosselklappensensor 65 erfaßte Drosselklappenöffnung oder die Kraftstoffeinspritzmenge in die Brennkraftmaschine 12 ermittelt werden. Das Elektromotordrehmoment T_M kann über den vom Elektromotorstrommesser erfaßten elektrischen Strom des Elektromotors/Generators 14 ermittelt werden. Eine in der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie gespeicherte elektrische Energie SOC kann über den elektrischen Strom oder die Ladeeffizienz des Elektromotors/Generators 14 ermittelt werden, wenn dieser als elektrischer Generator betrieben wird, um die Speichervorrichtung 58 zu laden.

Die Subroutine zur Bestimmung des Betriebsmodus von Fig. 6 beginnt mit dem Schritt S1, um zu bestimmen, ob ein Befehl vorliegt, der ein Starten der Brennkraftmaschine 12 erfordert, wodurch das Fahrzeug durch die als die Antriebskraftquelle verwendete Brennkraftmaschine 12 angetrieben oder der Elektromotor/Generator 14 zum Laden der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie betrieben wird.

Wenn im Schritt S1 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S2, um einen Betriebsmodus 9 auszuwählen. In diesem Betriebsmodus 9 werden die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 in Eingriff gebracht (in den ON Zustand geschaltet), wie es in der Tabelle von Fig. 7 gezeigt ist; außerdem wird der Elektromotor/Generator 14 betrie-

ben, um die Brennkraftmaschine 12 über das Planetengetriebe 16 zu starten, wobei die Kraftstoffeinspritzmenge und weitere Zustände der Brennkraftmaschine 10 geeignet gesteuert werden.

Wenn dieser Betriebsmodus 9, während eines stationären Zustands des Fahrzeugs gewählt wird, erfolgt das Starten der Brennkraftmaschine 12, während sich das Automatikgetriebe 18 in der neutralen Stellung "N" befindet. Wenn der Betriebsmodus 9 während des Fahrzeugbetriebs gewählt wird, währenddessen der Elektromotor/Generator 14 wie in einem Betriebsmodus 1, in dem sich die erste Kupplung CE1 im Freigabezustand befindet, als die Antriebskraftquelle verwendet wird, wird die erste Kupplung CE1 in Eingriff gebracht und der Elektromotor/Generator 14 so betrieben, daß er eine Ausgangsleistung (Ausgangsdrehmoment) vor-sieht, die um einen bestimmten Überschußbetrag größer ist als die für den Antrieb des Fahrzeugs notwendige Ausgangsleistung, so daß die Brennkraftmaschine 12 durch die überschüssige Ausgangsleistung des Elektromotors/Generators 14 gestartet wird. Selbst während der Fahrt des Fahrzeugs kann die Brennkraftmaschine 12 im Betriebsmodus 9 gestartet werden, indem das Automatikgetriebe 18 vorübergehend in die neutrale Stellung gebracht wird. Die Brennkraftmaschine 12 kann somit durch den Elektromotor/Generator 14 gestartet werden.

Wenn im Schritt S1 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, d. h. wenn kein Befehl vorliegt, der ein Starten der Brennkraftmaschine 12 erfordert, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S3, um zu bestimmen, ob das Fahrzeug abgebremst werden muß oder nicht. Diese Bestimmung kann erfolgen, indem beispielsweise bestimmt wird, ob (a) ein Bremssystem des Fahrzeugs aktiviert ist (ob das Bremspedal betätigt wird) oder nicht, (b) ob sich der Wählhebel in der Brennkraftmaschinenbremsstellung "L" oder "2" befindet, wobei die Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals null ist, oder (c) ob die Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals null ist. In der Brennkraftmaschinenbremsstellung "L" oder "2" erfährt das Fahrzeug, wenn die Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals null ist, im allgemeinen eine Brennkraftmaschinenbremswirkung.

Wenn im Schritt S3 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S4, um zu bestimmen, ob eine in der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als ein bestimmter oberer Grenzwert B. Wenn im Schritt S4 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S5, um einen Betriebsmodus 8 zu wählen. Wenn im Schritt S4 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S6, um einen Betriebsmodus 6 zu wählen. Der obere Grenzwert B ist ein oberer Grenzwert der gespeicherten elektrischen Energiemenge SOC, unterhalb der die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie geladen werden darf. Der obere Grenzwert B wird in Abhängigkeit von den Lade- und Entladeeffizienzen der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie bestimmt. Der obere Grenzwert B entspricht beispielsweise 80% der vollen Kapazität der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie.

In dem im Schritt S5 gewählten Betriebsmodus 8 stehen die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 in Eingriff (sind in den ON Zustand geschaltet), wie es in der Tabelle von Fig. 7 gezeigt ist; der Elektromotor/Generator 14

befindet sich in einem Nichtladezustand. Die Brennkraftmaschine 12 ist des weiteren abgeschaltet, d. h. die Drosselklappe ist geschlossen und es erfolgt keine Kraftstoffeinspritzung. Als Folge davon erfährt das Fahrzeug aufgrund des Schleppwiderstands der Brennkraftmaschine 12 eine Brennkraftmaschinenbremswirkung, wodurch die Betätigungsgröße des Bremspedals durch den Fahrzeugbediener vermindert wird und die Steuerung des Fahrzeugbetriebs erleichtert wird. Da sich im Betriebsmodus 8 der Elektromotor/Generator 14 im Nichtladezustand befindet, wobei dessen Läuferwelle frei rotieren kann, wird die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie vor einer Überladung und einer daraus resultierenden Verschlechterung ihrer Lade- und Entladeeffizienzen bewahrt.

Wenn im Schritt S6 der Betriebsmodus 6 gewählt wird, wird die erste Kupplung CE1 freigegeben (in den OFF Zustand geschaltet), die zweite Kupplung CE2 in Eingriff gebracht (in den ON Zustand geschaltet) und die Brennkraftmaschine 12 abgeschaltet; der Elektromotor/Generator 14 befindet sich im Ladezustand, wie es in der Tabelle von Fig. 7 gezeigt ist, wodurch er durch eine kinetische Energie des Kraftfahrzeugs betrieben wird, so daß die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie geladen wird und gleichzeitig auf das Fahrzeug eine regenerative Bremswirkung aufgebracht wird. Die regenerative Bremswirkung vermindert die erforderliche Betätigungsgröße des Bremspedals und erleichtert die Steuerung des Fahrzeugbetriebs.

Im Betriebsmodus 6, in dem die Brennkraftmaschine 12 vom Planetengetriebe 16 getrennt ist, wobei sich die erste Kupplung CE1 im Freigabezustand befindet, wird ein Energieverlust des Fahrzeugs aufgrund des Schleppwiderstands der Brennkraftmaschine 12 verhindert. Da der Betriebsmodus 6 gewählt wird, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der obere Grenzwert B, wird die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie ferner vor einer Überladung und einer daraus resultierenden Verschlechterung ihrer Lade- und Entladeeffizienzen bewahrt.

Wenn im Schritt S3 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, d. h. wenn kein Befehl vorliegt, der ein Abbremsen des Fahrzeugs erfordert, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S7, um zu bestimmen, ob das Fahrzeug durch einen Betrieb der Brennkraftmaschine 12 gestartet werden muß. Diese Bestimmung kann erfolgen, indem bestimmt wird, ob sich das Fahrzeug, während es durch die Brennkraftmaschine 12 angetrieben wird, die wie im Betriebsmodus 3 (der nachstehend beschrieben wird) als die Antriebskraftquelle verwendet wird, in einem vorübergehenden Haltezustand befindet. Der vorübergehende Haltezustand des Fahrzeugs kann beispielsweise erfaßt werden, indem überprüft wird, ob die Ausgangsdrehzahl N_0 der Ausgangswelle 19 des Automatikgetriebes 18 null beträgt. Die Ausgangswelldrehzahl N_0 ist nämlich dann null, wenn das Fahrzeug stationär ist.

Wenn im Schritt S7 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S8, um zu bestimmen, ob das Gaspedal betätigt wird, d. h. ob die Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals über einem bestimmten unteren Grenzwert liegt, der sich in der Nähe von Null befindet, aber größer ist als Null. Wenn im Schritt S8 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, d. h. wenn das Gaspedal betätigt wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S9, um einen Betriebsmodus 5 zu wählen. Wenn im Schritt S8 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der

Steuerungsablauf zum Schritt S10, um einen Betriebsmodus 7 zu wählen.

In dem im Schritt S9 gewählten Betriebsmodus 5 steht die erste Kupplung CE1 in Eingriff (ist in den ON Zustand geschaltet) und die zweite Kupplung CE2 ist freigegeben (ist in den OFF Zustand geschaltet); ferner ist die Brennkraftmaschine 12 in Betrieb, wie es in der Tabelle von Fig. 9 gezeigt ist, wodurch das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 gestartet und das regenerative Bremsdrehmoment des Elektromotors/Generators 14 geeignet gesteuert wird.

Die Verhältnisse des Brennkraftmaschinendrehmoments T_E , des Ausgangsdrehmoments des Planetengetriebes 16 und des Elektromotordrehmoments T_M verhalten sich im besonderen wie $1 : (1 + pE) : pE$, wobei pE ein Übersetzungs- bzw. Zähnezahlnverhältnis des Planetengetriebes 16 darstellt (p = Zahl der Zähne des Sonnenrads 16s geteilt durch die Zahl der Zähne des Hohlrads 16r). Wenn das Zähnezahlnverhältnis pE beispielsweise etwa 0,5 beträgt (wie in einem normalen Planetengetriebe), wird das Drehmoment des Elektromotors/Generators 14 so gesteuert, daß es die Hälfte des Brennkraftmaschinendrehmoments T_E beträgt, so daß am Planetenträger 16c des Planetengetriebes 16 etwa das 1,5fache des Brennkraftmaschinendrehmoments T_E erzeugt wird.

In der vorstehenden Ausgestaltung kann das Fahrzeug mit einem $(1 + pE)/pE$ -fachen des Drehmoments des Elektromotors/Generators 14 gestartet werden. Wenn der Elektromotor/Generator 14 im Nichtladezustand gehalten wird, wobei dem Elektromotor kein Strom zugeführt wird, wird am Planetenträger 16c kein Ausgangsdrehmoment abgegeben, wobei die Läuferwelle 14r bloß in die Rückwärtsrichtung rotiert und das Fahrzeug dadurch stationär gehalten wird.

In dem vorstehend beschriebenen Fall fungiert das Planetengetriebe 16 als eine Fahrzeugstartkupplung und ein Drehmomentverstärker. Da das Elektromotordrehmoment T_M (das regenerative Bremsdrehmoment) von null aus nach und nach erhöht wird, wodurch eine Reaktionskraft des Elektromotors/Generators 14 angehoben wird, kann das Fahrzeug mit dem $(1 + pE)$ -fachen des Brennkraftmaschinendrehmoments T_E rückfrei gestartet werden.

Der Elektromotor/Generator 14, der im Hybridantriebssystem 10 der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, hat eine Drehmomentkapazität, die etwa das pE -fache des maximalen Drehmoments der Brennkraftmaschine 12 beträgt. Die Drehmomentkapazität und Größe des Elektromotors/Generators 14 sind also minimiert, um die Größe und Herstellkosten des Hybridantriebssystems 10 so niedrig wie möglich zu halten, während gleichzeitig das erforderliche Drehmoment aber gewährleistet wird.

Das vorliegende Hybridantriebssystem 10 ist ferner so ausgebildet, daß der Öffnungswinkel der Drosselklappe und die Kraftstoffeinspritzmenge mit einem Anstieg des Elektromotordrehmoments T_M ansteigen, so daß ein Stillstand der Brennkraftmaschine 12 aufgrund eines Anstiegs der Reaktionskraft des Elektromotors/Generators 14 infolge eines Abfalls der Brennkraftmaschinendrehzahl N_E verhindert wird.

In dem im Schritt S10 gewählten Betriebsmodus 7 steht die erste Kupplung CE1 in Eingriff (ist in den ON Zustand geschaltet); die zweite Kupplung CE2 ist freigegeben (in den OFF Zustand geschaltet); des weiteren ist die Brennkraftmaschine 12 in Betrieb, wobei sich der Elektromotor/Generator 14 im Nichtladezustand und

dadurch das Hybridantriebssystem 10 in einem elektrisch neutralen Zustand befindet, wie es in der Tabelle von Fig. 7 gezeigt ist. In diesem Betriebsmodus 7 wird vom Planetenträger 16c kein Ausgangsdrehmoment abgegeben, wobei die Läuferwelle 14r des Elektromotors/Generators 14 frei in Rückwärtsrichtung rotiert. Wenn dieser Betriebsmodus 7 während des Betriebs des Fahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine 12 wie im Betriebsmodus 2 und 3 als die Antriebskraftquelle verwendet wird, eingerichtet wird, erfordert der Haltezustand des Fahrzeugs kein Schalten der Brennkraftmaschine 12 in den OFF Zustand; das Fahrzeug kann wie im Betriebsmodus 5 durch die Brennkraftmaschine 12 gestartet werden.

Wenn im Schritt S7 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, d. h. wenn ein Starten des Fahrzeugs durch die Brennkraftmaschine 12 nicht erforderlich ist, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S11, um zu bestimmen, ob eine momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d des Hybridantriebssystems 10 gleich oder kleiner ist als ein bestimmter erster Schwellenwert P_1 . Die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d ist eine Ausgangsleistung des Hybridantriebssystems 10, die erforderlich ist, um das Fahrzeug gegen einen Fahrwiderstand anzutreiben. Diese momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d wird gemäß einem bestimmten Datenverzeichnis oder einer bestimmten Gleichung in Abhängigkeit von der Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals, einer Änderungsrate dieses Werts θ_{AC} , der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs (der Drehzahl N_o der Ausgangswelle 19) oder der momentan eingerichteten Betriebsstellung des Automatikgetriebes 18 berechnet.

Der bestimmte erste Schwellenwert P_1 ist ein Grenzwert der Ausgangsleistung, oberhalb dessen das Fahrzeug nur durch die als die Antriebskraftquelle verwendete Brennkraftmaschine 12 angetrieben wird und unterhalb dessen das Fahrzeug nur durch den als die Antriebskraftquelle verwendeten Elektromotor/Generator 14 angetrieben wird. Das Fahrzeug befindet sich also in einem Betriebszustand bei mittlerer Last oder hoher Last, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d größer ist als der erste Schwellenwert P_1 , und in einem Betriebszustand bei niedriger Last, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d gleich oder kleiner ist als der erste Schwellenwert P_1 . Der erste Schwellenwert P_1 wird beispielsweise in Abhängigkeit von der Energieeffizienz während des Antriebs des Fahrzeugs (wobei die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie durch eine Betätigung der Brennkraftmaschine 12 geladen werden kann) experimentell bestimmt, so daß die Abgasemissionen und den Kraftstoffverbrauch minimiert werden.

Wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d gleich oder kleiner ist als der erste Schwellenwert P_1 , geht der Steuerungsablauf zum Schritt S12, um zu bestimmen, ob die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als ein bestimmter unterer Grenzwert A. Wenn im Schritt S12 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S13, um einen Betriebsmodus 1 zu wählen. Wenn im Schritt S12 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S14, um einen Betriebsmodus 3 zu wählen.

Der untere Grenzwert A ist ein unterer Grenzwert, der gespeicherten elektrischen Energiemenge SOC, oberhalb dessen die elektrische Energie, die in der Speichervorrichtung 58 gespeichert ist, für den Betrieb des Elektromotors/Generators 14 als die Antriebskraftquel-

le verwendet werden kann. Der untere Grenzwert A wird in Abhängigkeit von den Lade- und Entladeeffizienzen der Speichervorrichtung 58 bestimmt. Der untere Grenzwert A liegt beispielsweise bei etwa 70% der vollen Kapazität der Speichervorrichtung 58.

In dem im Schritt S13 gewählten Betriebsmodus 1 ist die erste Kupplung CE1 freigegeben (in den OFF Zustand geschaltet) und die zweite Kupplung CE2 in Eingriff (in den ON Zustand geschaltet); ferner ist die Brennkraftmaschine 12 in den OFF Zustand geschaltet, wohingegen der Elektromotor/Generator 14 in Betrieb ist, um die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d vorzusehen, wie es in der Tabelle von Fig. 7 gezeigt ist, wodurch das Fahrzeug nur durch den als die Antriebskraftquelle verwendeten Elektromotor/Generator 14 angetrieben wird.

Auch in diesem Betriebsmodus 1 ist die Brennkraftmaschine 12 vom Planetengetriebe 16 getrennt, so daß der Energieverlust aufgrund des Schleppwiderstands der Brennkraftmaschine 12 wie im Betriebsmodus 6 verhindert wird; der Elektromotor kann daher in geeigneter Weise mit einer hohen Effizienz betrieben werden, wobei das Automatikgetriebe 18 geeignet geschaltet wird.

Es sei ferner darauf hingewiesen, daß der Betriebsmodus 1 gewählt wird, d. h. der Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquelle verwendet wird, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d gleich oder kleiner ist als der erste Schwellenwert P_1 und die elektrische Energiemenge SOC, die in der Speichervorrichtung 58 gespeichert ist, gleich oder größer ist als der untere Grenzwert A. Wenn in diesem Fall das Fahrzeug durch den Elektromotor/Generator 14 (im Betriebsmodus 1) angetrieben wird, ist die Energieeffizienz höher und der Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionsmenge niedriger als wenn das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 (im Betriebsmodus 2) angetrieben wird. Die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie wird des weiteren, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC unter den unteren Grenzwert A fällt, vor einem zu hohen Energieverbrauch bewahrt, was zu einer Verschlechterung der Lade- und Entladeeffizienzen der Speichervorrichtung 58 führen würde.

In dem im Schritt S14 gewählten Betriebsmodus 3 stehen die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 in Eingriff (sind in den ON Zustand geschaltet); die Brennkraftmaschine 12 ist in den ON Zustand geschaltet und der Elektromotor/Generator 14 befindet sich im Ladezustand, um die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie durch ein regeneratives Bremsen zu laden, wie es in der Tabelle von Fig. 9 gezeigt ist, wodurch das Fahrzeug durch die Ausgangsleistung der Brennkraftmaschine 12 angetrieben und die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie gleichzeitig mit der durch den Elektromotor/Generator 14 erzeugten elektrischen Energie geladen wird. In diesem Betriebsmodus 3 wird die Brennkraftmaschine 12 so betrieben, daß eine Ausgangsleistung vorgesehen wird, die größer ist als die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d ; der elektrische Strom des Elektromotors/Generators 14 wird so gesteuert, daß er eine überschüssige Ausgangsleistung der Brennkraftmaschine 12 aufnimmt, um die Speichervorrichtung 58 zu laden.

Wenn im Schritt S11 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, d. h. wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d größer ist als der erste Schwellenwert P_1 , geht der Steuerungsablauf zum

Schritt S15, um zu bestimmen, ob die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd kleiner ist als ein bestimmter zweiter Schwellenwert P2, der größer ist als der erste Schwellenwert P1, d. h. ob die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd größer ist als der erste Schwellenwert P1 und kleiner als der zweite Schwellenwert P2, also in einem bestimmten Bereich zwischen P1 und P2 liegt.

Dieser zweite Schwellenwert P2 ist ein Grenzwert der Ausgangsleistung, unterhalb dessen das Fahrzeug nur durch die als die Antriebskraftquelle verwendete Brennkraftmaschine 12 angetrieben wird und oberhalb dessen das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 wie auch den Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquellen angetrieben wird. Das Fahrzeug befindet sich also in einem Antriebszustand bei mittlerer Last, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd kleiner ist als der zweite Schwellenwert P2 und in einem Betriebszustand bei hoher Last, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P2. Der zweite Schwellenwert P2 wird beispielsweise in Abhängigkeit von der Energieeffizienz während des Antriebs des Fahrzeugs (in dem die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie durch einen Betrieb der Brennkraftmaschine 12 geladen werden kann) experimentell bestimmt, so daß die Abgasemissionen und den Kraftstoffverbrauch minimiert werden.

Wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd größer ist als der erste Schwellenwert P1 und kleiner als der zweite Schwellenwert P2, d. h. wenn im Schritt S15 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S16, um zu bestimmen, ob die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der vorstehend genannte bestimmte untere Grenzwert A. Wenn im Schritt S16 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S17, um einen Betriebsmodus 2 zu wählen. Wenn im Schritt S16 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S14, um den vorstehend erwähnten Betriebsmodus 3 zu wählen.

Wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P2, d. h. wenn im Schritt S15 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S18, um zu bestimmen, ob die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der untere Grenzwert A. Wenn im Schritt S18 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S19, um einen Betriebsmodus 4 zu wählen. Wenn im Schritt S18 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt S17, um den Betriebsmodus 2 zu wählen.

In dem im Schritt S17 gewählten Betriebsmodus 2 stehen die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 in Eingriff (sind in den ON Zustand geschaltet); die Brennkraftmaschine 12 ist in Betrieb, wodurch die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd erzeugt wird, während sich der Elektromotor/Generator 14 im Nichtladezustand befindet, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, wodurch das Fahrzeug nur durch die als die Antriebskraftquelle verwendete Brennkraftmaschine 12 angetrieben wird.

In dem im Schritt S19 gewählten Betriebsmodus 4 stehen die erste und zweite Kupplung CE1, CE2 in Eingriff (sind in den ON Zustand geschaltet); die Brennkraftmaschine 12 und der Elektromotor/Generator 14 sind in Betrieb, wie es in der Tabelle von Fig. 7 gezeigt

ist, wodurch das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 wie auch den Elektromotor/Generator 14 angetrieben wird, die als die Antriebskraftquellen verwendet werden.

Im Betriebsmodus 4, der gewählt wird, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P2, werden die Brennkraftmaschine 12 wie auch der Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquellen für den Antrieb des Fahrzeugs betrieben, so daß eine Verschlechterung der Energieeffizienz im Vergleich zum Betriebsmodus 1 oder 2, in dem entweder die Brennkraftmaschine 12 oder der Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquelle verwendet wird, weniger wahrscheinlich ist. Diesbezüglich können der Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen, wenn die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P2, im Betriebsmodus 4 in stärkerem Maß verringert werden als im Betriebsmodus 1 oder 2. Da der Betriebsmodus 4 nur dann gewählt wird, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der untere Grenzwert A, wird die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie ferner vor einem allzu hohen Energieverbrauch bewahrt, wobei die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC unter den unteren Grenzwert A fällt, was zu einer Verschlechterung der Lade- und Entladeeffizienzen der Speichervorrichtung 58 führen würde.

Wie es vorstehend beschrieben wurde, werden die Betriebsmodi 1 bis 4 in den folgenden Betriebszuständen des Fahrzeugs gewählt. Wenn die in der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie gespeicherte elektrische Energiemenge SOC nicht kleiner ist als der untere Grenzwert A, wird, wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei niedriger Last befindet, wobei die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd gleich oder kleiner ist als der erste Schwellenwert P1, der Betriebsmodus 1 gewählt, wodurch das Fahrzeug nur durch den Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquelle angetrieben wird. Des weiteren wird im Schritt S17 der Betriebsmodus 2 gewählt, wodurch das Fahrzeug nur durch die Brennkraftmaschine 12 als die Antriebskraftquelle angetrieben wird, wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei mittlerer Last befindet, wobei die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd größer ist als der erste Schwellenwert P1 und kleiner als der zweite Schwellenwert P2; der Betriebsmodus 4 wird im Schritt S19 gewählt, um das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 wie auch den Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquelle anzutreiben, wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei hoher Last befindet, wobei die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P2.

Wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der untere Grenzwert A, wird, wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei mittlerer Last befindet, wobei die momentan erforderliche Ausgangsleistung Pd kleiner ist als der zweite Schwellenwert P2, im Schritt S14 der Betriebsmodus 3 gewählt, wodurch das Fahrzeug nur durch die Brennkraftmaschine 12 als die Antriebskraftquelle angetrieben und die Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie gleichzeitig geladen wird; im Schritt S17 wird ferner der Betriebsmodus 2 gewählt, wodurch das Fahrzeug nur durch die Brennkraftmaschine 12 angetrieben und die Speichervorrichtung 58 nicht geladen wird, wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei hoher Last befindet.

det, wobei die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P_2 .

Der Betriebsmodus 2 wird im Schritt S17 in den folgenden beiden Fällen gewählt: 1) wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei mittlerer Last befindet, wobei die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d größer ist als der erste Schwellenwert P_1 und kleiner als der zweite Schwellenwert P_2 und die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC nicht kleiner ist als der untere Grenzwert A; und 2) wenn sich das Fahrzeug im Betriebszustand bei hoher Last befindet, während die momentan erforderliche Ausgangsleistung P_d gleich oder größer ist als der zweite Schwellenwert P_2 und die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der untere Grenzwert A. Im Betriebszustand des Fahrzeugs bei mittlerer Last ist die Energieeffizienz, wenn das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 angetrieben wird, im allgemeinen höher als wenn das Fahrzeug durch den Elektromotor/Generator 14 angetrieben wird. Dementsprechend können der Kraftstoffverbrauch und die Abgasemissionen im Betriebsmodus 2 in stärkerem Maß vermindert werden als im Betriebsmodus 1.

Im Betriebszustand bei hoher Last hat es sich im allgemeinen als vorteilhaft erwiesen, den Betriebsmodus 4 zu wählen, in dem das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 12 wie auch den Elektromotor/Generator 14 angetrieben wird. Wenn die in der Vorrichtung 58 zur Speicherung elektrischer Energie gespeicherte elektrische Energiemenge SOC jedoch kleiner ist als der untere Grenzwert A, ist es vorteilhaft, den Betriebsmodus 2 zu wählen, d. h. das Fahrzeug nur durch die als die Antriebskraftquelle verwendete Brennkraftmaschine 12 anzutreiben, um eine Verschlechterung der Lade- und Entladeeffizienzen der Speichervorrichtung 58 aufgrund eines Abfalls der gespeicherten elektrischen Energiemenge SOC unter den unteren Grenzwert A zu verhindern.

Die Hybridantriebssteuerung 50 und die Automatikgetriebesteuerung 52 führen eine im Ablaufdiagramm von Fig. 8 dargestellte Routine zur Verminderung des Drehmoments der Eingangswelle 26 des Automatikgetriebes 18 während einer Trägheitsphase einer Hochschaltaktion des Automatikgetriebes aus, während der sich das Gaspedal in einem betätigten Zustand befindet. Aus der nachfolgenden Beschreibung geht hervor, daß die Schritte SA3 bis SA18 der Routine von Fig. 8 einer Drehmomentverminderungssteuereinrichtung zur Verminderung eines Eingangsrehmoments eines Getriebes in der Gestalt des Automatikgetriebes 18 bei einer Schaltaktion unter einer bestimmten Bedingung entsprechen, und daß die Schritte SA14 und SA15 einer ersten Drehmomentverminderungseinrichtung entsprechen, wodurch die Brennkraftmaschine 12 gesteuert wird, um das Getriebeeingangsdrehmoment zu vermindern, wohingegen die Schritte SA8 und SA9 einer zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung entsprechen, wodurch der Elektromotor/Generator 14 gesteuert wird, um das Getriebeeingangsdrehmoment zu vermindern. Es geht auch hervor, daß die Schritte SA6 und SA13 einer Drehmomentverminderungsmodusauswahl-einrichtung entsprechen, die in Abhängigkeit von einer bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, und daß die Schritte SA12 und SA18 einer Lernkompensationseinrichtung entsprechen, die eine Lernkompensation eines ausgewählten physikalischen

Werts ausführt, der eine Getriebebeschaltaktion beeinflusst, beispielsweise des Betriebsverhältnisses des Linearsolenoidventils SLN.

Die Routine von Fig. 8 beginnt mit dem Schritt SA1, um zu bestimmen, ob die in der Speichervorrichtung 58 gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als ein bestimmter Schwellenwert α , das heißt, ob der Elektromotor/Generator 14 dazu verwendet werden kann, das Drehmoment T_1 der Eingangswelle 26 des Automatikgetriebes 18 zu vermindern. Wenn im Schritt SA1 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA2, um zu bestimmen, ob eine Temperatur eines in einer Abgasreinigungsvorrichtung verwendeten Katalysators gleich oder größer ist als ein bestimmter Schwellenwert T_A , das heißt, ob eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät möglich ist. Der Schwellenwert α kann der untere Grenzwert A der gespeicherten elektrischen Energiemenge SOC sein, die vorstehend bezüglich den Schritten S12, S16 und S18 von Fig. 6 beschrieben wurde. Die Katalysatortemperatur kann durch einen geeigneten Abgastemperatursensor erfaßt werden.

Wenn im Schritt SA2 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, wenn die Verminderung des Eingangsrehmoments T_1 des Automatikgetriebes 18 weder durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 noch durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine 12 zustande gebracht werden kann, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA19, um das Schaltschema des Automatikgetriebes 18 so zu wechseln, daß die Herunterschalt- und Hochschaltaktionen des Automatikgetriebes 18 bei einer niedrigeren Fahrzeugfahrgeschwindigkeit V erfolgen. Die Herunterschalt- und Hochschalt-Grenzl意思, die in Fig. 10 durch die jeweilige gestrichelte Linie (a) bzw. (b) dargestellt sind, werden beispielsweise durch die Herunterschalt- und Hochschalt-Grenzl意思 ersetzt, die in Fig. 10 durch die jeweiligen durchgezogenen Linien (c) bzw. (d) dargestellt sind. Mit dem Schaltschema, in das gewechselt wurde, damit das Automatikgetriebe 18 bei einer vergleichsweise niedrigeren Fahrzeuggeschwindigkeit V geschaltet wird, wird die Drehzahl der Eingangswelle 26 des Automatikgetriebes 18 herabgesetzt, was eine Verminderung der Trägheit (des Trägheitsmoments) der Eingangswelle 26 zur Folge hat. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine Verminderung des Drehmoments der Eingangswelle 26 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 oder der Brennkraftmaschine 12, wie es in dem Dokument JP-B-5-13858 beschrieben ist. Wenn das Eingangsrehmoment des Automatikgetriebes 18 nicht vermindert werden kann, können auch die Schaltaktionen nicht korrekt gesteuert werden.

Auf den Schritt SA19 folgt der Schritt SA20, um den Übergangshydraulikdruck der Reibkopplungsvorrichtung (welche einer der Kupplungen C0 bis C2 und Bremsen B0 bis B4 entspricht) zu erhöhen, die in Eingriff gebracht wird, um die betreffende Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 einzurichten. Der Schritt 20 wird im besonderen durchgeführt, um das Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLN zu ändern, wodurch der vorstehend beschriebene Speichersteuerdruck P_{ac} ansteigt. Diese Ausgestaltung zur Erhöhung des Hydraulikdrucks der betreffenden Reibkopplungsvorrichtung ermöglicht einen weichen Eingriff der Reibkopplungsvorrichtung, wie es in dem Dokument JP-B-5-10249 beschrieben ist, und erzielt denselben Vorteil, als wenn das Eingangsrehmoment des Automatikgetriebes 18 ver-

mindert wird.

Wenn im Schritt SA1 oder SA2 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA3, um zu bestimmen, ob das Automatikgetriebe 18 hochgeschaltet werden soll, während sich das Gaspedal in einem betätigten Zustand befindet. Die Bestimmung, ob das Automatikgetriebe 18 hochgeschaltet werden soll oder nicht, kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß bestimmt wird, ob sich ein durch die momentan erfaßte Fahrzeuggeschwindigkeit V und Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals bestimmter Punkt über die Hochschalt-Grenzlinie (b) von Fig. 10 hinausbewegt hat. Die Bestimmung, ob sich das Gaspedal in einem betätigten Zustand befindet, kann in Abhängigkeit von der erfaßten Betätigungsgröße θ_{AC} erfolgen. Diese Hochschaltaktion wird im Folgenden als eine "Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal" bezeichnet. Wenn die Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal des Automatikgetriebes 18 erforderlich ist, geht der Steuerungsablauf nach einer bestimmten Zeit, nachdem im Schritt SA3 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, zum Schritt SA4. Im Schritt SA4 wird ein Hochschaltbefehl erzeugt, um die Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal auszulösen, wobei die Solenoidventile SL1 bis SL4 geeignet gesteuert werden.

Auf den Schritt SA4 folgt der Schritt SA5, um zu bestimmen, ob die Trägheitsphase des Automatikgetriebes 18 begonnen hat. Diese Bestimmung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß bestimmt wird, ob die Eingangsdrehzahl N_i (die Drehzahl der Eingangswelle 26) des Automatikgetriebes 18 kleiner ist als ein Produkt ($i_A \times N_o$) aus der Ausgangsdrehzahl N_o (der Drehzahl der Ausgangswelle 19) des Automatikgetriebes 18 und einem Übersetzungsverhältnis i_A der vor der Hochschaltaktion eingerichteten Betriebsstellung des Automatikgetriebes 18. Wenn im Schritt SA5 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA6, um zu bestimmen, ob die in der Speichervorrichtung 58 gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der bestimmte Schwellenwert α . Wenn im Schritt SA6 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA7 und den folgenden Schritten, wodurch das Eingangsdrehmoment T_i des Automatikgetriebes 18 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird. Wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α , geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA13, der dem Schritt SA2 identisch ist, um zu bestimmen, ob die Katalysatortemperatur gleich oder größer ist als der Schwellenwert T_A . Wenn im Schritt SA13 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA14 und den folgenden Schritten, wodurch das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät vermindert wird. Bei der vorliegenden Ausführungsform erfolgt die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i des Automatikgetriebes 18, wenn sich das Automatikgetriebe 18 während einer Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal in der Trägheitsphase befindet, das heißt, während einer Hochschaltaktion, bei der das Gaspedal betätigt wird. Die bejahende Entscheidung (JA) entspricht somit einer bestimmten Bedingung (oder einem bestimmten Kriterium/Zustand), unter der (bei/in dem) das Eingangsdrehmoment T_i durch die Drehmomentverminderungs-einrichtung vermindert wird. Die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i durch eine Steuerung des

Elektromotors/Generators 14 oder durch die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät erfolgt ferner in Abhängigkeit davon, ob die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder kleiner ist als der Schwellenwert α oder nicht, und in Abhängigkeit davon, ob die Katalysatortemperatur gleich oder größer ist als der Schwellenwert T_A oder nicht. Die Schritte SA6 und SA13 kooperieren daher so miteinander, daß sie die Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung bilden. Die Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung wählt im besonderen den Modus, in dem das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC nicht kleiner ist als der Schwellenwert α , oder den Modus, in dem das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine 12 vermindert wird, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α und die Katalysatortemperatur nicht kleiner ist als der Schwellenwert T_A .

Der Schritt SA7 ist vorgesehen, um die zweite Kupplung CE2 in Eingriff zu bringen/halten. Diese zweite Kupplung CE2 steht, abgesehen von dem Fall, in dem sich das Hybridantriebssystem 10 im Betriebsmodus 5 befindet, um das Fahrzeug durch die Brennkraftmaschine 10 zu starten, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, in Eingriff. Die zweite Kupplung CE2 wird daher im Schritt SA7 während der Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal des Automatikgetriebes 18 für gewöhnlich in der Eingriffsstellung gehalten. Auf den Schritt SA7 folgt der Schritt SA8, um die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i des Automatikgetriebes 18 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 einzuleiten. Das Eingangsdrehmoment T_i kann vermindert werden, indem das Vorwärtsrotationsdrehmoment T_M des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Betriebsmodus 1 (im Elektromotorantriebsmodus) oder im Betriebsmodus 4 (im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus) befindet, oder indem der Elektromotor/Generator 14 so gesteuert wird, daß er ein Rückwärtsrotationsdrehmoment oder ein regeneratives Bremsdrehmoment abgibt, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Betriebsmodus 2 (im Brennkraftmaschinenantriebsmodus) befindet.

Im Schritt SA8 wird das Elektromotordrehmoment T_M (welches das Rückwärtsrotationsdrehmoment oder das regenerative Bremsdrehmoment sein kann) in Abhängigkeit vom momentan eingerichteten Betriebsmodus des Betriebsantriebssystems 10, der Eingangswelldrehzahl N_i und der Art der Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 gemäß einem bestimmten Grundsteuerungsschema oder einem bestimmten Datenverzeichnis in der Art und Weise einer Vorwärtsregelung geregelt. Als Folge davon ändert sich die Eingangsdrehzahl N_i oder das Ausgangsdrehmoment T_o des Automatikgetriebes 18 nach einem bestimmten Schema, wie es in der graphischen Darstellung von Fig. 9 beispielhaft gezeigt ist. Das Grundsteuerungsschema ist so formuliert, daß das Eingangsdrehmoment T_i in Abhängigkeit von der Trägheit (dem Trägheitsdrehmoment) der verwendeten Antriebskraftquelle um einen geeigneten Betrag vermindert wird. Im Betriebsmodus 4 (im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus) wird die Trägheit der Brennkraftmaschine 12 bei der Bestimmung des Betrags der Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M im Schritt SA8

ebenfalls berücksichtigt. Es sei darauf hingewiesen, daß das Zeitschaubild von Fig. 9 ein Beispiel von Änderungen der Parameter N_i , T_0 und T_M zeigt, für den Fall, daß das Elektromotordrehmoment T_M vermindert wird, indem der Elektromotor/Generator 14 ein Rückwärtsrotationsdrehmoment abgibt, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Betriebsmodus 2 (im Brennkraftmaschinenantriebsmodus) befindet. Diese Ausgestaltung trägt effektiv dazu bei, einen Anstieg des Ausgangsdrehmoments T_0 zu verhindern, welcher aufgrund der Trägheit der Brennkraftmaschine 10 auftreten würde, wie es in Fig. 9 durch eine gestrichelte Linie gezeigt ist.

Die Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M gemäß dem Grundsteuerungsschema im Schritt SA8 führt theoretisch zu einer Änderung der Eingangsdrehzahl N_i oder des Ausgangsdrehmoments T_0 des Automatikgetriebes 18 nach dem gewünschten Schema. Im Schritt SA9 wird das Elektromotordrehmoment T_M jedoch so geregelt (in der Art und Weise einer Rückkopplung), daß Steuerungsfehler aufgrund von Abweichungen und zeitbedingten Änderungen des speziellen Hybridantriebssystems 10 mit berücksichtigt werden, die sich auf die Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 auswirken. Das Elektromotordrehmoment T_M wird im besonderen demnach so geregelt oder kompensiert, daß sich die momentane bzw. tatsächliche Eingangsdrehzahl N_i oder das Ausgangsdrehmoment T_0 gemäß dem gewünschten Schema oder einem Sollschemata ändern. Diese Ausgestaltung unterscheidet sich also von einer in dem Dokument JP-A-63-212137 offenbarten Ausgestaltung, bei der der Hydraulikdruck in der Kopplungsvorrichtung geregelt wird, die eine Schaltaktion des Automatikgetriebes betrifft. Im Schritt SA9 kann ein in dem Dokument JP-A-1-150050 offenbartes Verfahren verwendet werden.

Auf den Schritt SA9 folgt der Schritt SA10, um zu bestimmen, ob die Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 beendet ist. Diese Bestimmung kann erfolgen, indem bestimmt wird, ob die Eingangsdrehzahl N_i im wesentlichen einem Produkt ($i_z \times N_0$) aus der Ausgangsdrehzahl N_0 und einem Übersetzungsverhältnis i_z der als eine Folge der betreffenden Hochschaltaktion einzurichtenden Betriebsstellung des Automatikgetriebes 18 entspricht. Wenn im Schritt SA10 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA8, so daß die Schritte SA8 und SA9 so lange wiederholt werden, bis die Hochschaltaktion beendet ist. Die vorstehend erläuterte Bestimmung im Schritt SA10 wird vorteilhafterweise durch die Bestimmung, ob nach der Einleitung der Hochschaltaktion oder nach dem Beginn der Trägheitsphase des Automatikgetriebes 18 eine bestimmte Zeit vergangen ist, ergänzt. Nach Abschluß der Hochschaltaktion geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA11, um die Steuerung des Elektromotors/Generators 14 und dadurch die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i zu beenden und den Elektromotor/Generator 14 wieder in den ursprünglichen Zustand zurückzuführen, indem das Elektromotordrehmoment T_M langsam auf den ursprünglichen oder normalen Wert eingestellt wird.

Auf den Schritt SA11 folgt der Schritt SA12, um gespeicherte Datenverzeichnisse zu aktualisieren, die den Eingriffsdruck der Hochschaltaktion betreffenden Kopplungsvorrichtung zu bestimmen, so daß der Eingriffsdruck der betreffenden Kopplungsvorrichtung im Schritt SA4 bei einer nächsten Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal des Automatikgetriebes 18 in Abhängigkeit von den aktualisierten Datenverzeichnissen

gesteuert wird. Die Datenverzeichnisse werden im Schritt SA12 durch eine Lernkompensation in Abhängigkeit vom Änderungsbetrag des Elektromotordrehmoments T_M während der Regelung im Schritt SA9 oder in Abhängigkeit von der Zeitdauer der Hochschaltaktion aktualisiert. Die im Schritt SA12 zu aktualisierenden gespeicherten Datenverzeichnisse können Datenverzeichnisse sein, die bestimmte Beziehungen zwischen dem Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLN (dessen Betriebsverhältnis dem Speichersteuerdruck P_{ac} entspricht) und ausgewählten Parametern darstellen, die für die Steuerung des Elektromotordrehmoments T_M im Schritt SA8 verwendet werden, wie zum Beispiel: dem momentan eingerichteten Betriebsmodus des Hybridantriebssystems 10, der Eingangsdrehzahl N_i des Automatikgetriebes 18 und der Art der Hochschaltaktion (beispielsweise eine 2-3-Hochschaltaktion) des Automatikgetriebes 18. Im Schritt SA12 können die gespeicherten Datenverzeichnisse beispielsweise so aktualisiert werden, daß das Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLN für den nächsten Ausführungszyklus der Routine von Fig. 8 derart abgeändert wird, daß beispielsweise der Betrag der Änderung des Elektromotordrehmoments T_M in der Regelung im Schritt SA9 vermindert wird, wenn der Änderungsbetrag des Elektromotordrehmoments T_M im letzten Steuerungszyklus beispielsweise über dem optimalen Wert liegt, wie es in dem Dokument JP-A-3-37470 offenbart ist. Für die Lernkompensation des Betriebsverhältnisses des Linearsolenoidventils SLN im Schritt SA12 kann ein in dem Dokument JP-A-63-291738 offenbartes Verfahren verwendet werden. Die im Schritt SA12 aktualisierten Datenverzeichnisse werden bei der nächsten Hochschaltaktion im Schritt SA4 verwendet, um das Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLN zu bestimmen, für den Fall, daß im Schritt SA6 die bejahende Entscheidung erhalten wird, das heißt, wenn das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Steuerung des Elektromotordrehmoments T_M gesteuert wird. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß der Schritt SA6 gleichzeitig mit dem Schritt SA4 ausgeführt werden kann. Der Eingriffsdruck der geeigneten Kopplungsvorrichtung wird somit in Abhängigkeit von den im Schritt SA12 durch eine Lernkompensation aktualisierten gespeicherten Datenverzeichnissen gesteuert. Es sei darauf hingewiesen, daß das Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLN ein Beispiel eines physikalischen Werts ist, der die Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 beeinflußt. Dieser physikalische Wert soll also durch die Lernkompensation im Schritt SA11 von Zeit zu Zeit aktualisiert werden.

Wenn die in der Speichervorrichtung 58 gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α und die Katalysatortemperatur nicht kleiner ist als der Schwellenwert T_A , geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA14, in dem das Eingangsdrehmoment T_i vermindert wird, indem eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät bewirkt wird. Wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α , kann der Elektromotor/Generator 14 nicht als die Antriebskraftquelle für den Antrieb des Kraftfahrzeugs verwendet werden, und das Hybridantriebssystem 10 befindet sich für gewöhnlich im Brennkraftmaschinenantriebsmodus (im Betriebsmodus 2) oder im Brennkraftmaschinenantriebs- und Lademodus (im Betriebsmodus 3). In diesem Zustand kann das Eingangs-

drehmoment T_I dadurch vermindert werden, daß die Ausgangsleistung der Brennkraftmaschine 12 vermindert wird, indem deren Zündzeitpunkt verstellt wird.

Wie im Schritt SA8, in dem das Eingangsdrehmoment T_I durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird, wird das Brennkraftmaschinen-drehmoment T_E in Abhängigkeit von der Eingangswelldrehzahl N_I und der Art der Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 gemäß einem bestimmten Grundsteuerungsschema in der Art und Weise einer Vorwärtsregelung gesteuert, so daß sich die Eingangsdrehzahl N_I oder das Ausgangsdrehmoment T_O des Automatikgetriebes 18 gemäß einem gewünschten Schema ändern. Auf den Schritt SA14 folgt der Schritt SA15, um eine Regelung des Brennkraftmaschinen-drehmoments T_E zu bewirken, damit die tatsächliche oder momentane Eingangsdrehzahl N_I oder das momentane Ausgangsdrehmoment T_O ungeachtet von Abweichungen und zeitbedingten Änderungen des Hybridantriebssystems 10 gemäß einem gewünschten Schema oder einem Sollschemata geändert werden kann.

Auf den Schritt SA15 folgt der Schritt SA16, der dem Schritt SA10 identisch ist, um zu bestimmen, ob die betreffende Hochschaltaktion beendet ist. Wenn im Schritt SA16 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA17, um die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät und damit die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I zu beenden und die Brennkraftmaschine 12 wieder in den ursprünglichen Zustand zurückzubringen. Dann geht der Steuerungsablauf zum Schritt SA18, der dem Schritt SA12 ähnlich ist, um die gespeicherten Datenverzeichnisse in Abhängigkeit vom Änderungsbetrag des Brennkraftmaschinen-drehmoments T_E in der Regelung im Schritt SA15 zu aktualisieren. Diese im Schritt SA18 aktualisierten Datenverzeichnisse werden bei der nächsten Hochschaltaktion für die Bestimmung des Betriebsverhältnisses des Linear-solenoidventils SLN verwendet, das im Schritt SA4 für die Steuerung des Eingriffsdrucks der geeigneten Kopplungsvorrichtung angewendet wird, für den Fall, daß das Eingangsdrehmoment T_I durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät vermindert wird, nachdem im Schritt SA13 die bejahende Entscheidung erhalten wurde.

Im Hybridantriebssystem 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform sieht die Steuervorrichtung, die die Hybridantriebssteuerung 50 und die Automatikgetriebesteuerung 52 aufweist, folgende Einrichtungen vor: die den Schritten SA14 und SA15 entsprechende erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I des Automatikgetriebes 18 durch eine Verminderung des Drehmoments T_E der Brennkraftmaschine 12, die den Schritten SA8 und SA9 entsprechende zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I durch eine Verminderung des Drehmoments T_M des Elektromotors/Generators 14 und die den Schritten SA6 und SA13 entsprechende Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung, die in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung selektiv den Betrieb der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht. Da die erste und zweite Drehmomentverminderungseinrichtung vorgesehen sind, kann das Eingangsdrehmoment T_I des Automatikgetriebes 18 in angemessener Weise über einen größeren Fahrzeugbetriebszustandsbereich vermindert werden, wodurch ein unerwünschter Anstieg des Aus-

gangsdrehmoments T_O in der Trägheitsphase des Automatikgetriebes 18 während dessen Hochschaltaktion bei betätigtem Gaspedal effektiv verhindert wird, als bei der Ausgestaltung, die nur den Elektromotor/Generator 14 oder die Brennkraftmaschine 12 als die Quelle für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I verwendet.

Die vorliegende Steuervorrichtung für das Hybridantriebssystem 10 verwendet die zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Steuerung des Elektromotors/Generators 14, um das Eingangsdrehmoment T_I zu vermindern, wenn der Elektromotor/Generator 14 zu diesem Zweck betrieben werden kann, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der Schwellenwert α , und verwendet die erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Steuerung der Brennkraftmaschine 12, um das Eingangsdrehmoment T_I zu vermindern, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α . Bei der vorliegenden Ausgestaltung kann das Eingangsdrehmoment T_I durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät selbst dann korrekt vermindert werden, wenn der Elektromotor/Generator 14 nicht als die Quelle für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I verwendet werden kann.

Der Schritt SA8 ist ferner so formuliert, daß sich das Elektromotordrehmoment T_M für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I in Abhängigkeit von den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine 12 und des Elektromotors/Generators 14 gemäß dem bestimmten Grundsteuerungsschema ändert, das heißt, in Abhängigkeit vom momentan eingerichteten Betriebsmodus des Hybridantriebssystems 10. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine korrekte Verminderung des Eingangsdrehmoments T_I mit einer hohen Genauigkeit, ungeachtet einer Änderung oder Abweichung der Trägheit der Brennkraftmaschine 12 und des Elektromotors/Generators 14.

Ferner sei darauf hingewiesen, daß die Schritte SA12 und SA18 so formuliert sind, daß die gespeicherten Datenverzeichnisse zur Bestimmung des Eingriffsdrucks der hydraulisch betätigten Reibkopplungsvorrichtung während der Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18, genauer gesagt des Betriebsverhältnisses des Linear-solenoidventils SLN, aktualisiert werden. Die Datenverzeichnisse werden in Abhängigkeit vom Änderungsbetrag des Elektromotordrehmoments T_M oder des Brennkraftmaschinen-drehmoments T_E in der Regelung im Schritt SA9 oder SA15 aktualisiert. Die Datenverzeichnisse, die verwendet werden, wenn die Brennkraftmaschine 12 gesteuert wird, um das Eingangsdrehmoment T_I zu vermindern, und die Datenverzeichnisse, die verwendet werden, wenn der Elektromotor/Generator 14 gesteuert wird, um das Eingangsdrehmoment T_I zu vermindern, unterscheiden sich voneinander. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine genaue Steuerung des Eingriffsdrucks der geeigneten Kopplungsvorrichtung während der Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 ungeachtet von Unterschieden in der Steuerungs-genauigkeit und im Steuerungsansprechverhalten zwischen der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung, die die Brennkraftmaschine 12 verwendet, und der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung, die den Elektromotor/Generator 14 verwendet.

Die vorliegende Ausführungsform ist so gestaltet, daß selbst dann, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus (im

Betriebsmodus 4) befindet, nur der Elektromotor/Generator 14 oder die Brennkraftmaschine 12 für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendet werden kann. Diese Ausgestaltung ermöglicht im Vergleich zu der Ausgestaltung, bei der sowohl die Brennkraftmaschine 12 wie auch der Elektromotor/Generator 14 zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendet werden, eine einfachere Steuerung des Eingangsdrehmoments T_1 mit einer hohen Genauigkeit.

Obwohl die zweite Kupplung CE2 im Schritt SA7 in Eingriff steht, kann sie, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 4) befindet, im Schritt SA7 freigegeben werden, so daß der Elektromotor/Generator 14 in den Schritten SA8 und SA9 gesteuert wird, wobei die zweiten Kupplung CE2 im Freigabezustand gehalten wird.

Bei der vorliegenden Ausführungsform wird die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 verhindert, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α . Die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 kann jedoch selbst dann, wenn die elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α , erfolgen, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 beispielsweise durch ein regeneratives Bremsen des Elektromotors/Generators 14 vermindert werden kann, für den Fall, daß sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinenantriebsmodus (im Betriebsmodus 2) befindet. Andererseits kann die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine 12 in den Schritten SA14, über einem bestimmten oberen Grenzwert liegt, oder wenn die Häufigkeit der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät über einem bestimmten oberen Grenzwert liegt. Somit können die Bedingungen für den Betrieb der ersten und zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SA14, SA15) je nach Bedarf abgewandelt werden.

Des weiteren kann der Eingriffsdruck der Reibkupplungsvorrichtung, die die Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 betrifft, genauer ausgedrückt der Speichersteuerungsdruck Pac, vermindert werden, während der Elektromotor/Generator 14 oder die Brennkraftmaschine 12 gesteuert werden, um das Eingangsdrehmoment T_1 zu vermindern.

Obwohl in den Schritten SA14 und SA15 die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät erfolgt, um das Eingangsdrehmoment T_1 zu vermindern, können diese Schritte auch so formuliert werden, daß die Drosselklappe gesteuert wird, um das Eingangsdrehmoment T_1 zu vermindern, wenn das Verminderungsansprechvermögen des Eingangsdrehmoments T_1 auf eine Änderung des Öffnungswinkels der Drosselklappe in einem akzeptablen Rahmen liegt. In diesem Fall stellt die Katalysatortemperatur für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 durch eine Steuerung des Drosselklappenöffnungswinkels kein Hindernis dar.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 11 bis 19 werden nun weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Diese Ausführungsformen sind im wesentlichen der ersten Ausführungsform identisch, unterscheiden sich aber von der ersten Ausführungsform, wie es nachstehend im Detail beschrieben wird, in der

Software der Steuervorrichtung.

In der zweiten Ausführungsform wird das Eingangsdrehmoment T_1 des Automatikgetriebes 18 während einer Herunterschaltaktion bei betätigtem Gaspedal des Automatikgetriebes 18, wie es in dem Dokument JP-A-2-3545 offenbart ist, gemäß einer im Ablaufdiagramm von Fig. 11 veranschaulichten Routine vermindert, welche durch die Steuerungen 50, 52 ausgeführt wird. Diese Routine kann zusätzlich zur Routine von Fig. 8 der ersten Ausführungsform ausgeführt werden. Aus der nachfolgenden Beschreibung geht hervor, daß die Schritte SB1 bis SB16 der Routine von Fig. 11 einer Drehmomentverminderungssteuereinrichtung entsprechen, und daß der Schritt SB10 der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung entspricht, wohingegen die Schritte SB8, SB12 und SB14 der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung entsprechen. Es geht auch hervor, daß die Schritte SB3 bis SB7 der Drehmomentverminderungsmodauswahleinrichtung entsprechen. Ein Zeitschaubild von Fig. 12 zeigt ein Beispiel von Änderungen von Parametern, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 während der Herunterschaltaktion des Automatikgetriebes gemäß der Routine von Fig. 11 vermindert wird.

Die Routine von Fig. 11 beginnt mit dem Schritt SB1, um zu bestimmen, ob das Automatikgetriebe 18 bei betätigtem Gaspedal heruntergeschaltet werden soll, das heißt, ob eine Herunterschaltaktion des Automatikgetriebes 18, während der sich das Gaspedal in einem betätigten Zustand befindet, erforderlich ist. Diese Bestimmung kann dadurch erfolgen, daß bestimmt wird, ob sich der durch die erfaßte Fahrzeuggeschwindigkeit V und Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals definierte Punkt über die in Fig. 10 durch die gestrichelte Linie (a) dargestellte Herunterschalt-Grenzlinie hinausbewegt hat. Die Betätigung des Gaspedals kann in Abhängigkeit von der erfaßten Betätigungsgröße θ_{AC} erfaßt werden. Wenn im Schritt SB1 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, wird eine bestimmte Zeit, nachdem die bejahende Entscheidung erhalten wurde, ein Herunterschaltbefehl erzeugt, so daß die Solenoidventile SL1 bis SL4 in einer geeigneten Weise erregt oder aberregt werden, um die Herunterschaltaktion des Automatikgetriebes 18 durchzuführen. Des weiteren wird der Schritt SB2 durchgeführt, um zu bestimmen, ob die Herunterschaltaktion einen Endabschnitt der Trägheitsphase erreicht hat, das heißt, ob das Ende der Trägheitsphase unmittelbar bevorsteht. Diese Bestimmung kann dadurch erfolgen, daß bestimmt wird, ob sich die Eingangsdrehzahl N_1 über einen Schwellenwert ($i_z \times N_0 - \beta$) hinaus bewegt hat, wobei " i_z " das Übersetzungsverhältnis der nach der Herunterschaltaktion eingerichteten Stellung des Automatikgetriebes 18 darstellt, wohingegen " β " einen bestimmten Wert darstellt. Wenn im Schritt SB2 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB3 und den folgenden Schritten, um das Eingangsdrehmoment T_1 zu vermindern. Der bestimmte Wert β kann eine feste Konstante sein oder eine Variable, die in Abhängigkeit von einem geeigneten Parameter, wie zum Beispiel der Art der Herunterschaltaktion (beispielsweise der 3-2-Herunterschaltaktion) und der Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals, variiert. Der Betrieb in den Schritten SB3 bis SB16 zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 beginnt eine bestimmte Zeit, nachdem im Schritt SB2 die bejahende Entscheidung erhalten wird. Das heißt, daß das Vergehen der bestimmten Zeit nach einem bestimmten Endpunkt der Trägheitsphase der

Herunterschaltaktion einer bestimmten Bedingung entspricht, wodurch die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i eingeleitet wird.

Der Schritt SB3 ist vorgesehen, um zu bestimmen, ob sich das Hybridantriebssystem 10 im Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 1) befindet. Wenn im Schritt SB3 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB14, um das Drehmoment T_M des Elektromotors/Generators 14 zu vermindern, wodurch das Eingangsdrehmoment T_i vermindert wird. Der Betrag der Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M basiert auf der Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals, der Art der Herunterschaltaktion und der Fahrzeuggeschwindigkeit V . Die Fahrzeuggeschwindigkeit V wird bei der Bestimmung des Betrags der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i berücksichtigt, da die Herunterschaltaktion bei betätigtem Gaspedal im allgemeinen als eine Folge der Änderung der Betätigungsgröße θ_{AC} des Gaspedals bei einer im wesentlichen konstanten Fahrzeuggeschwindigkeit V stattfindet. Wenn die Betätigungsgröße θ_{AC} anschließend verändert wird, wird der Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i in Abhängigkeit von dem Datenverzeichnis geändert. Das zweite Diagramm im Zeitschaubild von Fig. 12 von unten zeigt ein Beispiel einer Änderung des Elektromotordrehmoments T_M als eine Folge der Steuerung im Schritt SB14 oder im nachstehend beschriebenen Schritt SB12 und den folgenden Schritten. Der Betrag der Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M wird am Punkt Q während eines Anstiegs der Betätigungsgröße θ_{AC} erhöht.

Auf den Schritt SB14 folgt der Schritt SB15, um zu bestimmen, ob nach dem Einleiten des Betriebs im Schritt SB14 zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i durch eine Reduzierung des Elektromotordrehmoments T_M eine bestimmte Zeit vergangen ist. Der Schritt SB14 wird solange wiederholt, bis die bestimmte Zeit vergangen ist. Die bestimmte Zeit wird in Abhängigkeit von der Betätigungsgröße θ_{AC} bei Beginn des Betriebs im Schritt SB14 und der Art der betreffenden Herunterschaltaktion gemäß einem bestimmten Datenverzeichnis oder einer bestimmten Gleichung bestimmt. Wenn im Schritt SB15 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB16, um das Elektromotordrehmoment T_M (das Eingangsdrehmoment T_i) in einer bestimmten Zeit, die in Abhängigkeit von der Betätigungsgröße θ_{AC} nach Ablauf der vorstehend genannten bestimmten Zeit (am Ende des Betriebs im Schritt SB14) und der Art der betreffenden Herunterschaltaktion variiert, auf einen normalen Wert zurückzustellen.

Wenn im Schritt SB3 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 nicht im Elektromotorantriebsmodus befindet, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB4, um zu bestimmen, ob sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 4) befindet. Wenn im Schritt SB4 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zu den Schritten SB12, SB13 und SB16, um das Elektromotordrehmoment T_M wie in den Schritten SB14 bis SB16 zu vermindern, wodurch das Eingangsdrehmoment T_i des Automatikgetriebes 18 vermindert wird. Der Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i wird in diesem Fall bestimmt, indem auch die Trägheit der Brennkraftmaschine 12 berücksichtigt wird, das heißt, in Abhängigkeit von dem

gesamten Drehmoment der Brennkraftmaschine 12 und des Elektromotors/Generators 14. Eine im Schritt SB13 verwendete bestimmte Zeit, das heißt, die Zeitdauer des Betriebs im Schritt SB12, und die Zeit, während der das Elektromotordrehmoment T_M im Schritt SB16 nach und nach auf den normalen Wert erhöht wird, werden unabhängig von den Zeiten, die in anderen Modi des Hybridantriebssystems 10 verwendet werden, dem Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus entsprechend nach und nach erhöht.

Wenn im Schritt SB4 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 nicht im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus befindet, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB5, um zu bestimmen, ob sich das Hybridantriebssystem 10 im Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 2) befindet. Wenn im Schritt SB5 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB6, um zu bestimmen, ob die Brennkraftmaschine 12 für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i des Automatikgetriebes 18 gesteuert werden kann, genauer ausgedrückt, ob die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät ausgeführt werden kann, um das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern. Eine negative Entscheidung (NEIN) wird im Schritt SB6 erhalten, wenn wie im Schritt SA13 der ersten Ausführungsform die Katalysatortemperatur niedriger ist als ein bestimmter Wert, oder wenn die Häufigkeit der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät über einem bestimmten oberen Grenzwert liegt. Wenn im Schritt SB6 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zu den Schritten SB10, SB11 und SB16, um das Brennkraftmaschinenausgangsdrehmoment T_e durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 zu vermindern und dadurch das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern. Eine im Schritt SB11 verwendete bestimmte Zeit, das heißt, die Zeitdauer des Betriebs im Schritt SB10, und die Zeit, während der das Elektromotordrehmoment T_M im Schritt SB16 nach und nach auf den normalen Wert angehoben wird, werden unabhängig von den Zeiten, die in anderen Modi des Hybridantriebssystems 10 verwendet werden, dem Brennkraftmaschinenantriebsmodus entsprechend bestimmt. Ein Verfahren zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i durch das Ausführen der Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine ist in dem Dokument JP-A-2-3545 offenbart.

Wenn im Schritt SB6 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, wenn es nicht möglich ist, durch die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SB7, um zu bestimmen, ob die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der Schwellenwert α (der untere Grenzwert A), das heißt, ob das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 vermindert werden kann. Wenn im Schritt SB7 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zu den Schritten SB8, SB9 und SB16, um dem Elektromotor/Generator 14 ein Rückwärtsrotationsdrehmoment zu verleihen, wodurch das Eingangsdrehmoment T_i vermindert wird. Der Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i , das heißt, der Betrag der Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M in Rück-

wärtsrichtung, eine im Schritt SB9 verwendete Zeit und die Zeitdauer des Betriebs im Schritt SB16 können jeweils denen entsprechen, die für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät in den Schritten SB10, SB11 und SB16 verwendet werden, können aber auch in Abhängigkeit von Unterschieden im Steuerungsansprechvermögen und in der Steuerungsgenauigkeit zwischen der Steuerung des Brennkraftmaschinen-drehmoments T_E und der Steuerung des Elektromotordrehmoments T_M für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i unterschiedlich bestimmt werden. Das unterste Diagramm in Fig. 12 zeigt ein Beispiel einer Änderung des Elektromotordrehmoments T_M in den Schritten SB8, SB9 und SB16.

Im Hybridantriebssystem 10 gemäß der vorliegenden zweiten Ausführungsform von Fig. 11 sieht die Steuervorrichtung folgende Einrichtungen vor: die dem Schritt SB10 entsprechende erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i des Automatikgetriebes 18 durch eine Verminderung des Drehmoments T_E der Brennkraftmaschine 12, die den Schritten SB8, SB12, SB14 entsprechende zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i durch eine Verminderung des Drehmoments T_M des Elektromotors/Generators 14 und die den Schritten SB3 bis SB6 entsprechende Drehmomentverminderungsmodusauswahl-einrichtung, die in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht. Da die erste und zweite Drehmomentverminderungseinrichtung vorgesehen sind, kann das Eingangsdrehmoment T_i des Automatikgetriebes 18 im Vergleich zu der Ausgestaltung, die nur den Elektromotor/Generator 14 oder die Brennkraftmaschine 12 als die Quelle für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i verwendet, über einen größeren Fahrzeugbetriebszustandsbereich korrekt vermindert werden, wodurch ein unerwünschter Anstieg des Ausgangsdrehmoments T_o in der Trägheitsphase des Automatikgetriebes 18 in einem Endabschnitt der Herunterschaltaktion bei betätigtem Gaspedal effektiv verhindert wird.

Die vorliegende zweite Ausführungsform verwendet in Abhängigkeit vom momentan eingerichteten Betriebsmodus des Hybridantriebssystems 10 selektiv die erste oder zweite Drehmomentverminderungseinrichtung, so daß das Eingangsdrehmoment T_i im Elektromotorantriebsmodus oder im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus durch eine Verminderung des Drehmoments T_M des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird, und im Brennkraftmaschinenantriebsmodus durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät vermindert wird. Diese zweite Ausführungsform trägt effektiv dazu bei, die Häufigkeit der Verwendung des Elektromotors/Generators 14 zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i und dementsprechend einen Verlust von elektrischer Energie zu vermindern, wenn sie mit der ersten Ausführungsform verglichen wird, die in der Regel den Elektromotor/Generator 14 in allen Betriebsmodi verwendet.

Gemäß der zweiten Ausführungsform kann ferner das Eingangsdrehmoment T_i selbst dann, wenn die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät im Brennkraftmaschinenantriebsmodus nicht ausgeführt werden kann, um das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern, geeignet vermindert werden,

indem der Elektromotor/Generator 14 ein Rückwärtsrotationsdrehmoment erhält.

Die Beträge der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i , die Zeitdauer des Betriebs zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i und die Zeitdauer, um das Brennkraftmaschinen-drehmoment T_E oder das Elektromotordrehmoment T_M auf den normalen Wert zurückzubringen, werden in den vier verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi (in den Schritten SB8, SB9 und SB16; in den Schritten SB10, SB11 und SB16; in den Schritten SB12, SB13 und SB16; und in den Schritten SB14, SB15 und SB16) in Abhängigkeit vom Betriebsmodus des Hybridantriebssystems 10 und der für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i verwendete Quelle (Brennkraftmaschine 12 oder Elektromotor/Generator 14) unterschiedlich bestimmt, so daß das Eingangsdrehmoment T_i ungeachtet eines Unterschieds in der Trägheit zwischen der Brennkraftmaschine 12 und dem Elektromotor/Generator 14 und ungeachtet von Unterschieden in der Steuerungsgenauigkeit und dem Steuerungsansprechvermögen zwischen der Steuerung der Brennkraftmaschine 12 und der Steuerung des Elektromotors/Generators 14 zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i mit einer hohen Genauigkeit gesteuert werden kann.

Gemäß der zweiten Ausführungsform von Fig. 11 kann ferner das Eingangsdrehmoment T_i selbst dann, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 4) befindet vermindert werden, indem nur der Elektromotor/Generator 14 gesteuert wird. Diese Ausgestaltung ermöglicht im Vergleich zu der Ausgestaltung, bei der sowohl die Brennkraftmaschine 12 wie auch der Elektromotor/Generator 14 zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i verwendet werden, eine einfachere Steuerung des Eingangsdrehmoments T_i .

Die dritte Ausführungsform von Fig. 13 und 14 unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform von Fig. 11 und 12 darin, daß die Schritte SB10, SB11, SB16 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus wie auch im Brennkraftmaschinenantriebsmodus ausgeführt werden. Das heißt, daß das Eingangsdrehmoment T_i im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus vermindert wird, indem in der Regel die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät erfolgt. Die dritte Ausführungsform von Fig. 13 und 14 sieht im wesentlichen dieselben Vorteile wie die zweite Ausführungsform von Fig. 11 und 12 vor. Das zweite Diagramm in Fig. 14 von unten zeigt ein Beispiel einer Änderung des Brennkraftmaschinen-drehmoments T_E infolge der Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät im Schritt SB10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus und im Brennkraftmaschinenantriebsmodus, während das unterste Diagramm ein Beispiel einer Änderung des Elektromotordrehmoments T_M infolge der Steuerung des Elektromotors/Generators 14 im Schritt SB8 im Brennkraftmaschinenantriebsmodus zeigt.

Gemäß der vierten Ausführungsform dieser Erfindung wird das Eingangsdrehmoment T_i des Automatikgetriebes 18 bei einem Hinausschießen der Eingangswellendrehzahl N_i während einer sogenannten "Kupplung-zu-Kupplung-Schaltaktion" des Automatikgetriebes 18 vermindert. Die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i bei der vierten Ausführungsform erfolgt gemäß einer im Ablaufdiagramm von Fig. 15 veranschaulichten Routine, die durch die Steuerungen 50,

52 ausgeführt wird. Aus der nachfolgenden Beschreibung geht hervor, daß die Schritte SC1 bis SC20 der Routine von Fig. 15 der Drehmomentverminderungssteuereinrichtung entsprechen, und daß der Schritt SC8 der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung entspricht, während die Schritte SC6, SC10 und SC14 der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung entsprechen. Es geht auch hervor, daß die Schritte SC4, SC5, SC9, SC13 und SC17 der Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung entsprechen, während die Schritte SC3, SC12, SC16 und SC20 der Lernkompensationseinrichtung entsprechen.

Die Routine von Fig. 15 beginnt mit dem Schritt SC1, um zu bestimmen, ob das Automatikgetriebe 18 von der Stellung zweiter Gang "2" in die Stellung dritter Gang "3" hochgeschaltet werden soll. Die 2-3-Hochschaltaktion erfolgt, indem die Bremse B2 in Eingriff gebracht wird, während die Bremse B3 freigegeben wird, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. Wenn die Kupplung-zu-Kupplung-2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 stattfinden soll, das heißt, wenn im Schritt SC1 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC2, in dem eine bestimmte Zeit, nachdem im Schritt SC1 die bejahende Entscheidung erhalten wurde, ein 2-3-Hochschaltbefehl erzeugt wird, so daß die Solenoidventile SL1 bis SL4 selektiv erregt oder aberregt werden, um die 2-3-Hochschaltaktion einzuleiten. Die zweite Kupplung CE2 steht ferner in Eingriff. Dann geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC3, um zu bestimmen, ob die Drehzahl N_1 der Eingangswelle 19 des Automatikgetriebes 18 hinauschießt, das heißt, plötzlich ansteigt. Diese Bestimmung kann dadurch erfolgen, daß bestimmt wird, ob die Rate oder der Betrag der Änderung der Eingangsdrehzahl N_1 über einem bestimmten Schwellenwert liegt. Eine gestrichelte Linie im obersten Diagramm von Fig. 16 zeigt ein Beispiel des Hinausschießens der Eingangsdrehzahl N_1 . Wenn im Schritt SC3 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC4 und den folgenden Schritten, um das Eingangsdrehmoment T_1 des Automatikgetriebes 18 zu vermindern. Gemäß der folgenden Ausführungsform kann das Eingangsdrehmoment T_1 des Automatikgetriebes 18 somit vermindert werden, wenn während des Kupplung-zu-Kupplung-2-3-Schaltvorgangs ein Hinausschießen der Eingangsdrehzahl N_1 stattfindet. In Fig. 16 stellen "PB2" bzw. "PB3" die Hydraulikdrücke der Bremsen B2 bzw. B3 dar. Der Übergangsdruck PB3 während der 2-3-Hochschaltaktion wird durch den vom Linearsolenoidventil SLU erzeugten Steuerdruck P_{SLU} bestimmt.

Der Schritt SC4 ist vorgesehen, um zu bestimmen, ob die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC gleich oder größer ist als der Schwellenwert α , das heißt, ob das Eingangsdrehmoment T_1 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 vermindert werden kann. Wenn im Schritt SC4 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC5 und den folgenden Schritten. Der Schritt SC5 ist vorgesehen, um zu bestimmen, ob sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinenantriebsmodus befindet. Wenn im Schritt SC5 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC6, um dem Elektromotor/Generator 14 ein Rückwärtsrotationsdrehmoment zu verleihen, wodurch das Eingangsdrehmoment T_1 vermindert wird. Auf den Schritt SC6 folgt der Schritt SC7, um zu bestimmen, ob die Eingangsdrehzahl N_1 sich noch im Zustand des Hinausschießens befindet. Der Schritt SC6 wird solange

wiederholt, bis im Schritt SC7 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, bis das Hinausschießen der Eingangsdrehzahl N_1 beseitigt ist. Dementsprechend wird das Rückwärtsrotationsdrehmoment des Elektromotors/Generators 14 nach und nach erhöht. Das unterste Diagramm in Fig. 16 zeigt Änderungen des Elektromotordrehmoments T_M durch eine wiederholte Ausführung des Schritts SC6. In diesem Diagramm zeigt eine durchgezogene Linie die Änderung des Elektromotordrehmoments T_M für den Fall, daß die Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M unmittelbar nach der Beseitigung des Hinausschießens der Eingangsdrehzahl N_1 beendet wird, während eine gestrichelte Linie die Änderung des Elektromotordrehmoments T_M für den Fall zeigt, daß die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 selbst während der Trägheitsphase der 2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 fort dauert.

Wenn im Schritt SC7 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC8, um die gespeicherten Lernkompensationsdatenverzeichnisse zu aktualisieren, aus denen der Übergangsdruck P_{B3} der Bremse B3, das heißt, das Betriebsverhältnis des Linearsolenoidventils SLU, bestimmt wird. Die Datenverzeichnisse werden durch eine Lernkompensation in Abhängigkeit vom Betrag der Verminderung (dem Verminderungsprozentbetrag) des Eingangsdrehmoments T_1 im Schritt SC8 aktualisiert.

Ein Änderungsbetrag ΔP_{SLU} des Steuerdrucks P_{SLU} für eine Änderung des Übergangsdrucks P_{B3} wird im besonderen gemäß demjenigen der gespeicherten Datenverzeichnisse bestimmt, das den Schritten SC8, SC17, SC16 bzw. SC20 entspricht, wie es in Fig. 17 gezeigt ist. Diese Datenverzeichnisse werden in den Schritten SC8, SC12, SC16 und SC20 in Abhängigkeit vom Verminderungsprozentbetrag (%) des Eingangsdrehmoments T_1 in dem vorstehend beschriebenen Schritt SC6 und den nachstehend beschriebenen Schritten SC10, SC14 und SC18 durch eine Lernkompensation voneinander unterschiedlich aktualisiert. Bei der nächsten 2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 wird der Steuerdruck P_{SLU} um den gemäß dem entsprechenden Datenverzeichnis bestimmten Änderungsbetrag ΔP_{SLU} geändert, wodurch der Übergangsdruck P_{B3} so gesteuert wird, daß ein Hinausschießen der Eingangsdrehzahl N_1 verhindert wird.

Der Verminderungsprozentbetrag (%) des Eingangsdrehmoments T_1 ist ein Verminderungsprozentbetrag in Bezug auf das gesamte Drehmoment der Brennkraftmaschine 12 und des Elektromotors/Generators 14. Der Verminderungsprozentbetrag im Schritt SC6 für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 in dem der Elektromotor/Generator 14 ein Rückwärtsrotationsdrehmoment T_M abgibt, entspricht dem Rückwärtsrotationsdrehmoment T_M des Elektromotors/Generators 14 geteilt durch das Brennkraftmaschinendrehmoment T_E mal 100. Die Schritte SC8, SC12, SC16 und SC20 werden in Abhängigkeit vom Betriebsmodus des Hybridantriebssystems 10 und von der für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendeten Quelle (Brennkraftmaschine 12 oder Elektromotor/Generator 14) selektiv durchgeführt, um die jeweiligen Datenverzeichnisse zu aktualisieren. Die zu aktualisierenden gespeicherten Datenverzeichnisse entsprechen jeweiligen verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi, das heißt, jeweiligen Kombinationen aus dem Betriebsmodus und der für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendeten Quelle. Jedes dieser

Datenverzeichnisse stellt eine Beziehung zwischen dem Änderungsbetrag ΔP_{SLU} des Steuerdrucks P_{SLU} (dem Änderungsbetrag des Betriebsverhältnisses des Linear-solenoidventils SLU) und den Fahrzeugbetriebsparametern, wie zum Beispiel der Gaspedalbetätigungsgröße θ_{AC} und der Fahrzeuggeschwindigkeit V , dar.

Das Betriebsverhältnis des Linear-solenoidventils SLU wird für den Fall, daß die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC nicht kleiner ist als der Schwellenwert α , während sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinenantriebsmodus befindet, so gesteuert, daß der Steuerdruck P_{SLU} um den Änderungsbetrag ΔP_{SLU} geändert wird, der gemäß dem im Schritt SC8 aktualisierten entsprechenden Datenverzeichnis bestimmt wird. Das Betriebsverhältnis des Linear-solenoidventils SLU ist ein Beispiel eines physikalischen Werts, der die Kupplung-zu-Kupplung-2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 beeinflusst. Die Datenverzeichnisse können weitere Parameter aufweisen, wie zum Beispiel die Größe und Dauer des im Schritt SC3 erfaßten Hinausschießens der Eingangsdrehzahl N_i .

Wenn im Schritt SC5 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, falls sich das Hybridantriebssystem 10 nicht im Brennkraftmaschinenantriebsmodus befindet, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC9, um zu bestimmen, ob sich das Hybridantriebssystem 10 im Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 1) befindet. Wenn im Schritt SC9 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zu den Schritten SC10, SC11 und SC12, um das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern und die gespeicherten Datenverzeichnisse zur Bestimmung des Betriebsverhältnisses des Linear-solenoidventils SLU zu aktualisieren, wie dies im Brennkraftmaschinenantriebsmodus (in den Schritten SC6, SC7 und SC8) der Fall ist. Im Elektromotorantriebsmodus, in dem der Elektromotor/Generator 14 als die Antriebskraftquelle für den Betrieb des Fahrzeugs betrieben wird, wird das Eingangsdrehmoment T_i jedoch durch eine Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M im Schritt SC10 vermindert. Der Betrag und die Rate der Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M im Schritt SC10 können denen im Schritt SC6 entsprechen, können aber auch beispielsweise in Abhängigkeit von einem Unterschied in der Trägheit zwischen dem Elektromotor/Generator 14 und der Brennkraftmaschine 10 von denen im Schritt SC6 verschieden sein.

Wenn im Schritt SC9 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, falls sich das Hybridantriebssystem 10 nicht im Elektromotorantriebsmodus befindet, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC13, um zu bestimmen, ob sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 4) befindet. Wenn im Schritt SC13 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC14, SC15 und SC16, um das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern und die gespeicherten Datenverzeichnisse zu aktualisieren wie im Elektromotorantriebsmodus (wie in den Schritten SC10, SC11 und SC12). Der Betrag und die Rate der Verminderung des Elektromotordrehmoments T_M im Schritt SC14 können denen im Schritt SC10 entsprechen, können aber auch in Abhängigkeit von einem Unterschied zwischen der gesamten Trägheit der Brennkraftmaschine 12 und dem Elektromotor/Generator 14 und der Trägheit des Elektromotors/Generators 14 von denen im Schritt SC10 abweichen.

Wenn im Schritt SC4 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, falls der Elektromotor/Generator 14 nicht dazu verwendet werden kann, um das Eingangsdrehmoment T_i zu vermindern, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC17, um zu bestimmen, ob die Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät möglich ist. Diese Bestimmung kann dadurch erfolgen, daß bestimmt wird, ob die Katalysatortemperatur über einem bestimmten Schwellenwert liegt, und ob die Häufigkeit der Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät unter einem bestimmten Schwellenwert liegt. Wenn die Katalysatortemperatur auf oder über dem Schwellenwert liegt und die Häufigkeit kleiner ist als der Schwellenwert, bedeutet dies, daß die Zündzeitpunktverstellung in Richtung spät möglich ist. Wenn im Schritt SC17 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zu den Schritten SC18, SC19 und SC20, um das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät zu vermindern und die entsprechenden Datenverzeichnisse zu aktualisieren. Wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α , kann der Elektromotor/Generator 14 nicht als die Antriebskraftquelle für den Antrieb des Fahrzeugs verwendet werden und das Hybridantriebssystem befindet sich gewöhnlich im Brennkraftmaschinenantriebsmodus (Betriebsmodus 2) oder im Brennkraftmaschinenantriebs- und Lademodus (im Betriebsmodus 3). In diesem Brennkraftmaschinenantriebsmodus oder Brennkraftmaschinenantriebs- und Lademodus kann das Eingangsdrehmoment T_i durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät vermindert werden. Der Betrag und die Rate der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i im Schritt SC18 können denen im Schritt SC6 entsprechen, können aber auch in Abhängigkeit von Unterschieden in der Steuerungsgenauigkeit und im Steuerungsanspruchvermögen zwischen der Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät und der Steuerung des Elektromotordrehmoments T_M von denen im Schritt SC6 abweichen.

Wenn im Schritt SC17 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, das heißt, wenn weder die Brennkraftmaschine 12 noch der Elektromotor/Generator 14 für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i verwendet werden kann, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SC21, um das Betriebsverhältnis des Linear-solenoidventils SLU für eine Erhöhung des Steuerdrucks P_{SLU} zu ändern, wodurch der Übergangsdruck P_{B3} der Bremse B3 erhöht wird, so daß die Freigabe der Bremse B3 verzögert wird, wodurch die Hinausschießentendenz der Drehzahl N_i der Eingangswelle 26 des Automatikgetriebes 18 vermindert wird. Die Verzögerung der Freigabe der Bremse B3 hat im wesentlichen denselben Effekt wie die Verminderung des Drehmoments T_i der Eingangswelle 26. Eine Verschlechterung der 2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 kann somit selbst dann verhindert werden, wenn das Eingangsdrehmoment T_i nicht vermindert werden kann.

Im Hybridantriebssystem 10 gemäß der vorliegenden vierten Ausführungsform sieht die Steuervorrichtung, die die Hybridantriebssteuerung 50 und die Automatikgetriebesteuerung aufweist, folgende Einrichtungen vor: die dem Schritten SC18 entsprechende erste Drehmomentvermindereinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_i des Automatikgetriebes 18 durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine 12, die

den Schritten SC6, SC10 und SC14 entsprechende zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 und die den Schritten SC4, SC5, SC9, SC13 und SC17 entsprechende Drehmomentverminderungsmodusauswahlrichtung, die gemäß der bestimmten Auswahlbedingung selektiv den Betrieb der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht. Da die erste und zweite Drehmomentverminderungseinrichtung vorgesehen sind, kann das Eingangsdrehmoment T_1 des Automatikgetriebes 18 im Vergleich zu der Ausgestaltung, die nur den Elektromotor/Generator 14 oder die Brennkraftmaschine 12 als die Quelle für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendet, über einen breiteren Fahrzeugbetriebszustandsbereich korrekt vermindert werden, wodurch ein unerwünschtes Hinausschießen der Eingangsdrehzahl N_1 des Automatikgetriebes 18 während einer Kupplung-zu-Kupplung-2-3-Hochschaltaktion effektiv verhindert wird.

Die vorliegende vierte Ausführungsform verwendet ebenfalls die zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Steuerung des Elektromotors/Generators 14 für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 , wenn der Elektromotor/Generator 14 zu diesem Zweck betrieben werden kann, wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge gleich oder größer ist als der Schwellenwert α , und die erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Steuerung der Brennkraftmaschine 12 für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 , wenn die gespeicherte elektrische Energiemenge SOC kleiner ist als der Schwellenwert α . Bei der vorliegenden Ausgestaltung kann das Eingangsdrehmoment T_1 selbst dann, wenn der Elektromotor/Generator 14 nicht als die Quelle für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendet werden kann, durch eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine 12 in Richtung spät korrekt vermindert werden.

Bei der vierten Ausführungsform von Fig. 15 sind die Schritte SC8, SC12, SC16 und SC20 vorgesehen, um die in den jeweiligen verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi verwendeten Datenverzeichnisse jeweils durch eine Lernkompensation in Abhängigkeit vom Betrag der Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 in den Schritten SC6, SC10, SC14 und SC18 zu aktualisieren, so daß der Änderungsbetrag ΔP_{SLU} des Steuerdrucks P_{SLU} des Linearolenoidventils SLU bei der nächsten 2-3-Hochschaltaktion des Automatikgetriebes 18 gemäß den somit aktualisierten Datenverzeichnissen bestimmt wird, um den Übergangsdruck P_{B3} der Bremse B3 zu steuern.

Diese Ausgestaltung ermöglicht ungeachtet des momentan eingerichteten Betriebsmodus des Hybridantriebssystems 10, eines Unterschieds in der Trägheit der verwendeten Antriebskraftquelle und der Unterschiede in der Steuerungsgenauigkeit und dem Steuerungsansprechvermögen der für eine Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 verwendeten Quelle einen weichen bzw. ruckfreien Eingriff der Bremse B3.

Gemäß der vierten Ausführungsform kann das Eingangsdrehmoment T_1 selbst dann, wenn sich das Hybridantriebssystem 10 im Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus (im Betriebsmodus 4) befindet ferner dadurch vermindert werden, daß nur der Elektromotor/Generator 14 verwendet wird. Diese Ausgestaltung ermöglicht im Vergleich zu der Ausgestaltung, bei der sowohl die Brennkraftmaschine 12 wie auch der Elektromotor/Generator 14 für eine Verminderung des

Eingangsdrehmoments T_1 verwendet werden, eine einfachere Steuerung des Eingangsdrehmoments T_1 mit einer hohen Genauigkeit.

Nun sei auf das Ablaufdiagramm von Fig. 18 Bezug genommen, in dem eine fünfte Ausführungsform dieser Erfindung gezeigt wird, die für die Bestimmung eines physikalischen Werts, der eine Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 beeinflusst, in drei jeweils verschiedenen Modi für die Verminderung des Eingangsdrehmoments T_1 unterschiedliche Datenverzeichnisse verwendet. Die drei Drehmomentverminderungsmodi bestehen aus einem ersten Modus, in dem die erste Drehmomentverminderungseinrichtung betrieben wird, um das Eingangsdrehmoment T_1 unter Verwendung der Brennkraftmaschine 12 zu vermindern, einem zweiten Modus, in dem die zweite Drehmomentverminderungseinrichtung betrieben wird, um das Eingangsdrehmoment T_1 unter Verwendung des Elektromotors/Generators 14 zu vermindern, sowie einem dritten Modus, in dem die erste wie auch zweite Drehmomentverminderungseinrichtung betrieben werden, um das Eingangsdrehmoment T_1 zu vermindern.

Bei der vorliegenden Ausführungsform ermöglicht die Drehmomentverminderungsmodusauswahlrichtung gemäß der bestimmten Auswahlbedingung wenigstens den Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung oder der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung, um das Eingangsdrehmoment T_1 zu vermindern.

Die Datenverzeichnisse werden durch eine Lernkompensation in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern aktualisiert, wie zum Beispiel dem Verminderungsbetrag des Eingangsdrehmoments T_1 durch die Vorwärtsregelung des Brennkraftmaschinendrehmoments T_E und/oder des Elektromotordrehmoments T_M , des Verminderungsbetrags des Eingangsdrehmoments T_1 durch die Regelung des Brennkraftmaschinendrehmoments T_E und/oder des Elektromotordrehmoments T_M , des Änderungsbetrags des Betriebsverhältnisses des Linearolenoidventils SLN, SLU, wenn dieses Betriebsverhältnis per se gesteuert wird, der Zeitdauer der betreffenden Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 und des Hinausschießbetrags der Eingangsdrehzahl N_1 . Die zu aktualisierenden Datenverzeichnisse werden dazu verwendet, einen ausgewählten physikalischen Wert zu bestimmen, der die Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 beeinflusst. Der physikalische Wert entspricht beispielsweise dem Übergangsdruck der Reibkupplungsvorrichtung, die für die betreffende Schaltaktion verwendet wird, dem Betriebsverhältnis des Linearolenoidventils SLN, SLU oder dem Verminderungsbetrag des Eingangsdrehmoments T_1 . Die Lernkompensation des physikalischen Werts zur Aktualisierung der Datenverzeichnisse kann so erfolgen, wie es in den Dokumenten JP-A-63-291738 und JP-A-3-37470 offenbart ist. Die vorliegende Ausführungsform ist jedoch durch die Verwendung der verschiedenen Datenverzeichnisse für die drei jeweils verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi charakterisiert. Aus der folgenden Beschreibung geht hervor, daß die Schritte SD4, SD6 und SD8 der Lernkompensationseinrichtung zur Aktualisierung der Datenverzeichnisse entsprechen.

Die im Ablaufdiagramm von Fig. 18 veranschaulichte Routine beginnt mit dem Schritt SD1, um zu bestimmen, ob eine Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 beendet ist. Diese Bestimmung kann in Abhängigkeit von Drehzahländerungen oder Drehzahlen eines ausgewählten Teils oder von Teilen des Automatikgetriebes

18 und/oder der vergangenen Zeit nach dem Beginn der Schaltaktion erfolgen. Wenn im Schritt SD1 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SD2, um zu bestimmen, ob eine bestimmte Bedingung für eine Aktualisierung der Datenverzeichnisse erfüllt ist. Für die verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi oder die verschiedenen Betriebsmodi des Hybridantriebssystems 10 werden vorzugsweise verschiedene Bedingungen verwendet. Die Aktualisierung der Datenverzeichnisse wird beispielsweise unter den folgenden Bedingungen erlaubt oder verhindert:

- a) Das Aktualisieren der Datenverzeichnisse wird verhindert, wenn die Öltemperatur des Automatikgetriebes 18 unter einem bestimmten Grenzwert liegt.
- b) Wenn die Kühlwassertemperatur der Brennkraftmaschine 12 unter einem bestimmten Grenzwert liegt, wird das entsprechende Datenverzeichnis nur dann aktualisiert, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird. Die Aktualisierung des Datenverzeichnisses wird jedoch verhindert, wenn die Kühlwassertemperatur extrem niedrig ist.
- c) Die Aktualisierung der Datenverzeichnisse wird verhindert, wenn der Änderungsbetrag des Drehmoments der Antriebskraftquelle infolge einer Änderung der Gaspedalbetätigungsgröße während einer Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 einen bestimmten oberen Grenzwert überschreitet.
- d) Die Aktualisierung der Datenverzeichnisse wird verhindert, wenn der Verminderungsbetrag des Eingangsdrehmoments T_1 sich während einer Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 ändert, beispielsweise, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14 nicht in angemessener Weise vermindert werden kann.

Wenn im Schritt SD2 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SD3, um zu bestimmen, ob das Eingangsdrehmoment T_1 im zweiten Modus vermindert wird, das heißt, durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators 14. Wenn im Schritt SD3 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SD4, in dem das Datenverzeichnis A für den zweiten Modus aktualisiert wird, so daß der ausgewählte physikalische Wert im nächsten Erscheinen derselben Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 gemäß dem somit aktualisierten Datenverzeichnis A gesteuert wird, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 unter Verwendung des Elektromotors/Generators 14 im zweiten Modus vermindert wird. Fig. 19 zeigt ein Beispiel des Datenverzeichnisses A, das eine Beziehung zwischen dem Eingangsdrehmoment T_1 des Automatikgetriebes 18 und dem Änderungsbetrag oder Kompensationsbetrag ΔP des Übergangsdrucks P der entsprechenden Reibkoppelungsvorrichtung während der Trägheitsphase verschiedener Hochschaltaktionen bei betätigtem Gaspedal des Automatikgetriebes 18, wie bei der ersten Ausführungsform, darstellt.

Wenn im Schritt SD3 eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SDS, um zu bestimmen, ob das Eingangsdrehmoment T_1 im ersten Modus vermindert wird, das heißt,

durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine 12. Wenn im Schritt SDS eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SD6, in dem das Datenverzeichnis B für den ersten Modus aktualisiert wird, so daß der ausgewählte physikalische Wert im nächsten Erscheinen derselben Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 gemäß dem somit aktualisierten Datenverzeichnis B gesteuert wird, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 im ersten Modus unter Verwendung der Brennkraftmaschine 12 vermindert wird. Wenn im Schritt SDS eine negative Entscheidung (NEIN) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SD7, um zu bestimmen, ob das Eingangsdrehmoment T_1 im dritten Modus vermindert wird, das heißt, durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine 12 wie auch des Elektromotors/Generators 14. Wenn im Schritt SD7 eine bejahende Entscheidung (JA) erhalten wird, geht der Steuerungsablauf zum Schritt SD8, in dem das Datenverzeichnis C für den dritten Modus aktualisiert wird, so daß der ausgewählte physikalische Wert im nächsten Erscheinen derselben Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 gemäß dem somit aktualisierten Datenverzeichnis C gesteuert wird, wenn das Eingangsdrehmoment T_1 im dritten Modus unter Verwendung der Brennkraftmaschine 12 und des Elektromotors/Generators 14 vermindert wird.

Gemäß der fünften Ausführungsform sind die Datenverzeichnisse zur Bestimmung eines einer Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 beeinflussenden physikalischen Werts für die jeweiligen verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi (dem ersten, zweiten und dritten Modus) vorgesehen. Das zu aktualisierende Datenverzeichnis wird also in Abhängigkeit davon bestimmt, ob das Eingangsdrehmoment T_1 vermindert wird, indem nur der Elektromotor/Generator 14, nur die Brennkraftmaschine 12 oder der Elektromotor/Generator 14 und die Brennkraftmaschine 12 verwendet werden. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine ruckfreie Schaltaktion des Automatikgetriebes 18 ungeachtet von Unterschieden in der Steuerungsgenauigkeit und dem Steuerungsansprechvermögen in den verschiedenen Drehmomentverminderungsmodi.

Obwohl das Hybridantriebssystem 10 von Fig. 1 das Automatikgetriebe 18 verwendet, das eine Rückwärtsantriebsstellung und fünf Vorwärtsantriebsstellungen hat, ist das Prinzip der folgenden Erfindung gleichermaßen für ein Hybridantriebssystem 180 anwendbar, das ein Automatikgetriebe 182 verwendet, das kein Nebenge triebe 20 beinhaltet, sondern nur das Hauptgetriebe 22 verwendet, wie es in Fig. 20 gezeigt ist. Dieses Automatikgetriebe 182 hat eine Rückwärtsantriebsstellung und vier Vorwärtsantriebsstellungen, wie es in Fig. 21 dargestellt ist.

Obwohl die vorliegende Erfindung in ihren gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben wurde, sei darauf hingewiesen, daß sie in verschiedenen Arten und Weisen abgeändert, abgewandelt und verbessert werden kann, wie es einem Fachmann angesichts der vorstehenden Lehre als naheliegend erscheint.

Die Erfindung sieht somit eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeughybridantriebssystems mit einem Getriebe vor, das zwischen einem Fahrzeugantriebsrad und einem aus einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor/Generator bestehenden Satz angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine Drehmomentverminderungssteuereinrichtung zur Verminderung eines Getriebeeingangsdrehmoments während einer Ge-

triebeschaltaktion aufweist und die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung eine erste Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsrehmoments durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine, eine zweite Drehmomentverminderungseinrichtung zur Verminderung des Eingangsrehmoments durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators und eine Drehmomentverminderungsmoduswahlleinrichtung aufweist, die in Abhängigkeit von einer bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung und/oder der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, um das Eingangsrehmoment zu vermindern.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung eines Hybridantriebsystems (10, 180) eines Kraftfahrzeugs, das eine durch Verbrennung eines Kraftstoffs betriebene Brennkraftmaschine (10), einen Elektromotor/Generator (14) und ein Getriebe (18, 182) aufweist, das zwischen einem Fahrzeugantriebsrad und dem aus der Brennkraftmaschine und dem Elektromotor/Generator bestehenden Satz angeordnet ist, wobei die Vorrichtung eine Drehmomentverminderungssteuereinrichtung (SA3—SA18, SB1—SB16, SC1—SC20) zur Verminderung eines Getriebeeingangsrehmoments während einer Getriebeschaltaktion unter einer bestimmten Drehmomentverminderungsbedingung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung eine erste Drehmomentverminderungseinrichtung (SA14, SA15, SB10, SC18) zur Verminderung des Getriebeeingangsrehmoments durch eine Steuerung der Brennkraftmaschine (12), eine zweite Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SB8, SB12, SB14, SC6, SC10, SC14) zur Verminderung des Getriebeeingangsrehmoments durch eine Steuerung des Elektromotors/Generators (14), und eine Drehmomentverminderungsmodusauswahlleinrichtung (SA6, SA13, SB3—SB7, SC4, SC5, SC9, SC13, SC17) aufweist, die in Abhängigkeit von einer bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb von wenigstens der ersten oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, um das Eingangsrehmoment zu vermindern.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung (SA3—SA19) das Getriebeeingangsrehmoment während einer Hochschaltaktion als der Schaltaktion des Getriebes (18, 182) vermindert.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung (SB1—SB16) das Getriebeeingangsrehmoment während einer Herunterschaltaktion als der Schaltaktion des Getriebes (18, 182) vermindert.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung (SC1—SC20) das Eingangsrehmoment des Getriebes (18, 182) beim Auftreten eines Hinausschießens einer Eingangsrehzahl des Getriebes (18, 182) während einer Kupplung-zu-Kupplung-Schaltaktion des Getriebes vermindert, die erfolgt, indem eine von zwei Kopplungsvorrichtungen (B2, B3) in Eingriff gebracht wird, während die

andere der beiden Kopplungsvorrichtungen freigegeben wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Drehmomentverminderungseinrichtung (SA14, SA15, SB10, SC18) das Eingangsrehmoment des Getriebes (18, 182) vermindert, indem sie eine Zündzeitpunktverstellung der Brennkraftmaschine (12) in Richtung spät bewirkt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die zweite Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SB8, SB14, SC6, SC10, SC14) das Eingangsrehmoment des Getriebes (18, 182) vermindert, indem sie ein Vorwärtsrotationsrehmoment des Elektromotors/Generators vermindert oder dem Elektromotor/Generator ein Rückwärtsrotationsrehmoment verleiht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Drehmomentverminderungsmodusauswahlleinrichtung (SA6, SA13, SB3—SB7, SC4, SC5, SC9, SC13, SC17) in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung den Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA14, SA15, SB10, SC18) oder zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SB8, SB14, SC6, SC10, SC14) ermöglicht.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Drehmomentverminderungsmodusauswahlleinrichtung einen ersten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA14, SA15, SB10, SC18) ermöglicht wird, einen zweiten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SB8, SB14, SC6, SC10, SC14) ermöglicht wird, oder einen dritten Drehmomentverminderungsmodus auswählt, in dem der Betrieb der ersten und zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht wird.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Drehmomentverminderungsmodusauswahlleinrichtung (SA6, SA13, SB6, SB7, SC4, SC17) bestimmt, ob die Brennkraftmaschine (12) und der Elektromotor/Generator (14) betrieben werden können, um das Eingangsrehmoment des Getriebes (18, 182) zu vermindern, und in Abhängigkeit davon, ob die Brennkraftmaschine und der Elektromotor/Generator betrieben werden können, wenigstens die erste oder zweite Drehmomentverminderungseinrichtung auswählt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Drehmomentverminderungsmodusauswahlleinrichtung (SA6, SB7, SC4) bestimmt, ob der Elektromotor/Generator (14) betrieben werden kann, um das Eingangsrehmoment des Getriebes (18, 182) zu vermindern, und den Betrieb der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, wenn der Elektromotor/Generator betrieben werden kann, und den Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung ermöglicht, wenn der Elektromotor/Generator nicht betrieben werden kann.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung einen Betrag der Verminderung des Eingangsrehmoments des Getriebes (18, 182) in Abhängigkeit von den Betriebszuständen der Brennkraftmaschine und des Elektromotors/Generators bestimmt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Dreh-

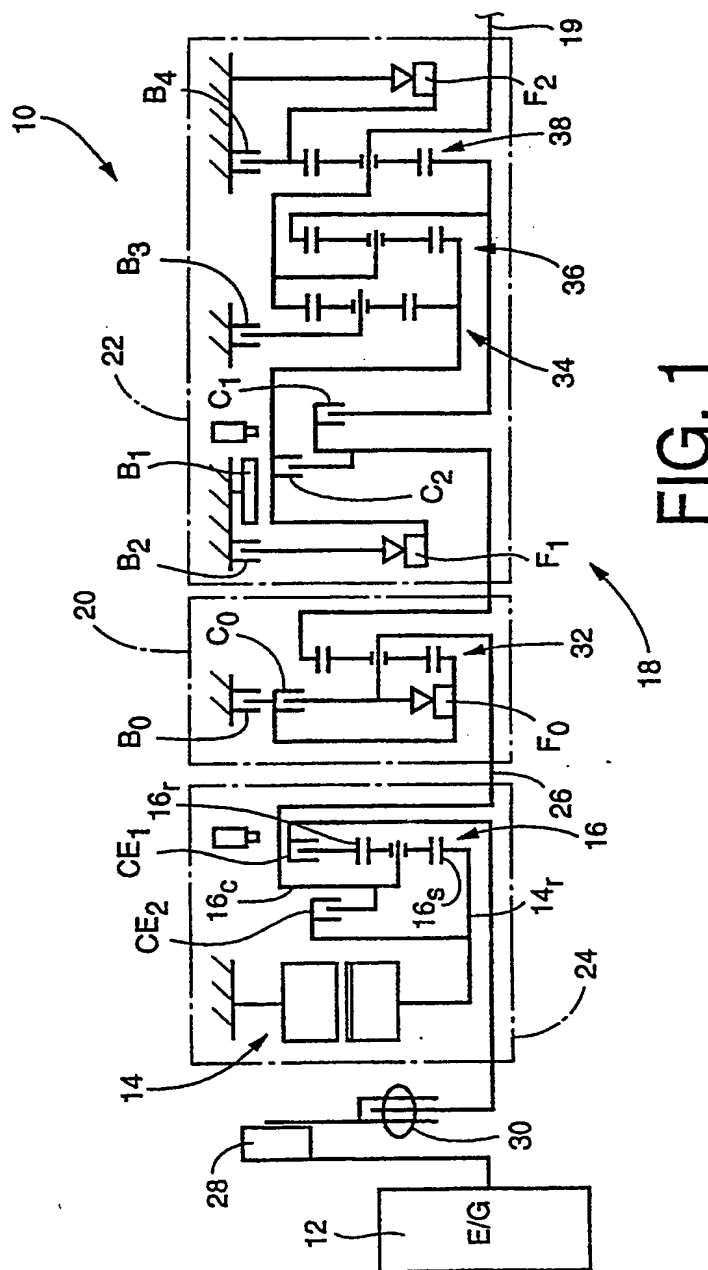
momentverminderungssteuereinrichtung (Sb1—SB16, SC1—SC20) den Betrag der Verminderung des Eingangsrehmoments in Abhängigkeit von einem momentan eingerichteten Betriebsmodus der Betriebsmodi des Hybridantriebssystems (10, 180) bestimmt, wobei die Betriebsmodi einen Elektromotorantriebsmodus, in dem der Elektromotor/Generator als eine Antriebskraftquelle für den Antrieb des Kraftfahrzeugs betrieben wird, einen Brennkraftmaschinenantriebsmodus, in dem die Brennkraftmaschine als die Antriebskraftquelle verwendet wird, und einen Brennkraftmaschinen-/Elektromotorantriebsmodus, in dem sowohl die Brennkraftmaschine wie auch der Elektromotor/Generator als die Antriebskraftquelle verwendet werden, aufweisen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit des weiteren einer Lernkompensationseinrichtung (SA12, SA18, SC8, SC12, SC16, SC30, SD4, SD6, SD8) zum Ausführen einer Lernkompensation eines physikalischen Werts, der die Schaltaktion des Getriebes (18, 182) beeinflusst, wobei die Lernkompensationseinrichtung für jeden einer Vielzahl von Drehmomentverminderungsmodi vorgesehen ist, wovon in Abhängigkeit von der bestimmten Auswahlbedingung von der Drehmomentverminderungsmodusauswahleinrichtung wenigstens einer ausgewählt wird, um wenigstens den Betrieb der ersten oder der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung zu ermöglichen, um das Eingangsrehmoment des Getriebes zu vermindern.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei der physikalische Wert aus einem Hydraulikdruck (PB2, PB3) besteht, der auf eine Kopplungsvorrichtung (B2, B3) aufgebracht wird, die die Schaltaktion des Getriebes bewirkt, und wobei die Lernkompensationseinrichtung durch die Lernkompensation den Hydraulikdruck als den physikalischen Wert bestimmt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung einen Betrag der Verminderung des Getriebeeingangsrehmoments in der Art und Weise einer Rückkopplung derart steuert, daß die Schaltaktion einer bestimmten Bedingung entsprechend erfolgt, und wobei die Lernkompensationseinrichtung die Lernkompensation des Hydraulikdrucks in Abhängigkeit von dem Betrag der Verminderung des Eingangsrehmoments in der Rückkopplungssteuerung durch die Drehmomentverminderungssteuereinrichtung bewirkt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Vielzahl der Drehmomentverminderungsmodi aus einem ersten Drehmomentverminderungsmodus besteht, in dem der Betrieb der ersten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA14, SA15, SB10, SC18) ermöglicht wird, einem zweiten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der zweiten Drehmomentverminderungseinrichtung (SA8, SA9, SB8, SB14, SC16, SC10, SC14) ermöglicht wird, und einem dritten Drehmomentverminderungsmodus, in dem der Betrieb der ersten und zweiten Drehmomentverminderungseinrichtungen ermöglicht werden.



1
G
L

FIG. 2

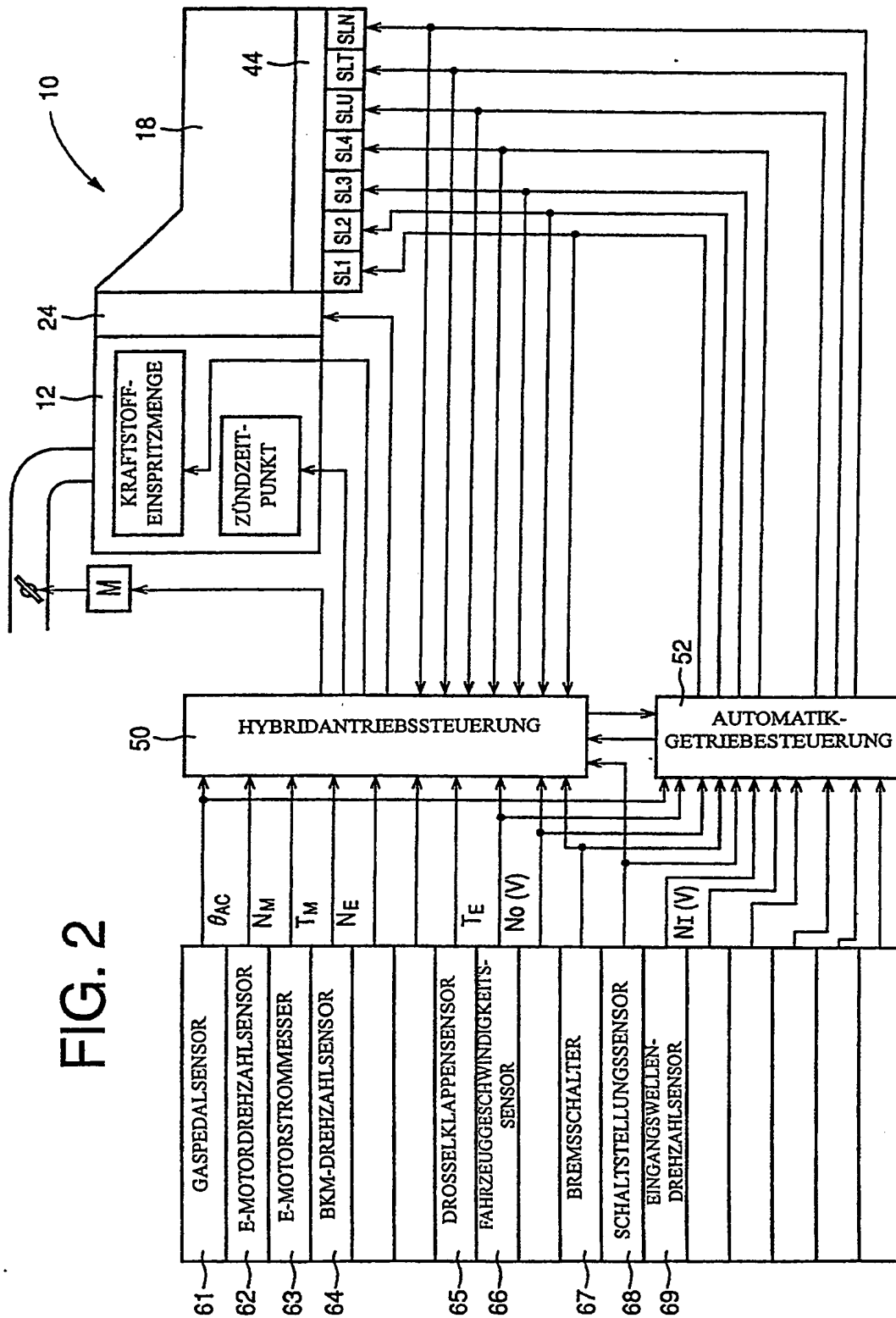


FIG. 3

WÄHL- HEBEL	GETRIEBE	KUPPLUNGEN			BREMSEN					FREILAUF- KÜPPLUNGEN			ÜBERSET- ZUNGS- VERHÄLT- NIS
		C ₀	C ₁	C ₂	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	F ₀	F ₁	F ₂	
N	N	○											—
R	R	○		○					○	○			—4.550
D	1.	○	○						●	○		○	3.357
	2.	●	○					○		○			2.180
	3.	○	○			●	○			○	○		1.424
	4.	○	○	○			○			○			1.000
	5.		○	○	○		○						0.753

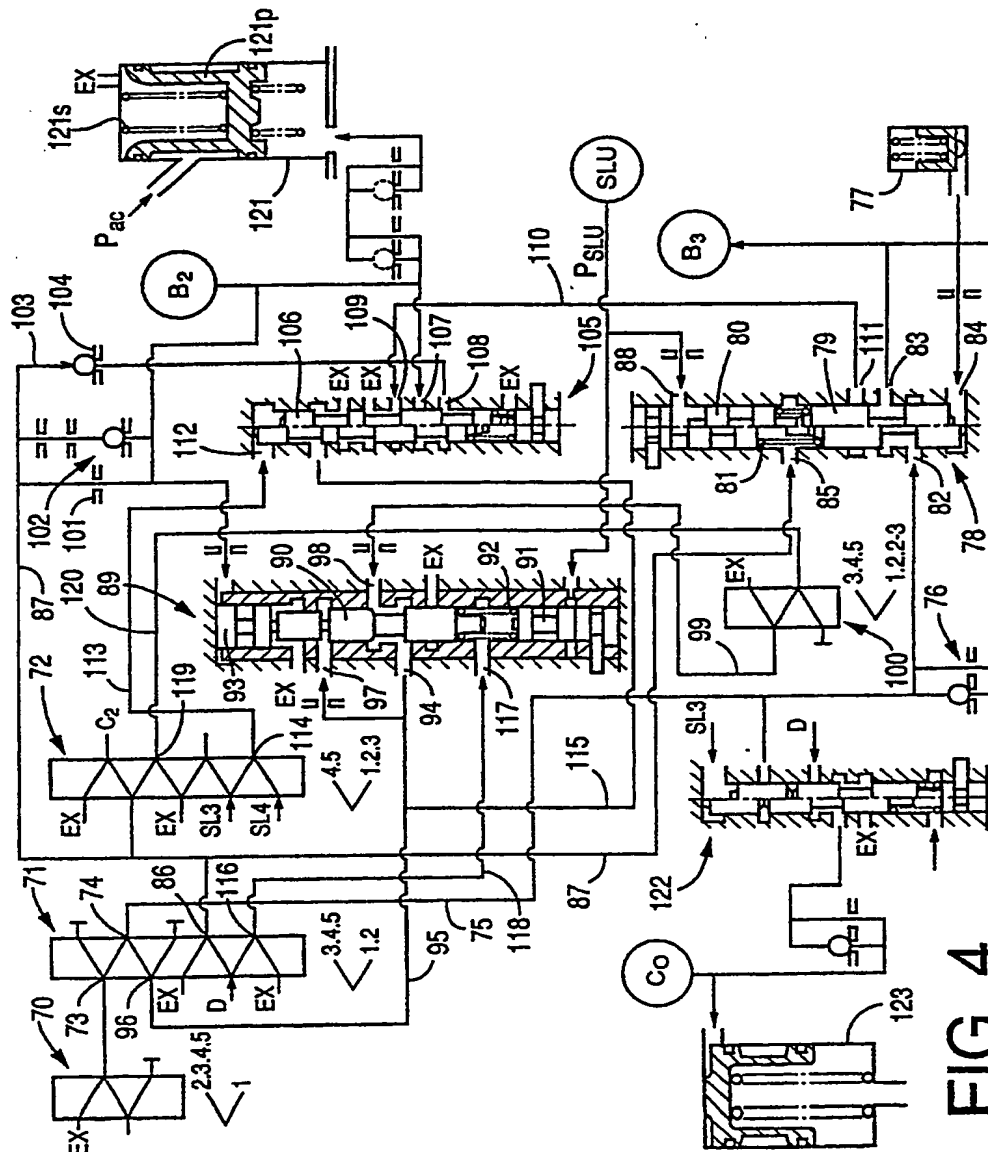


FIG. 4

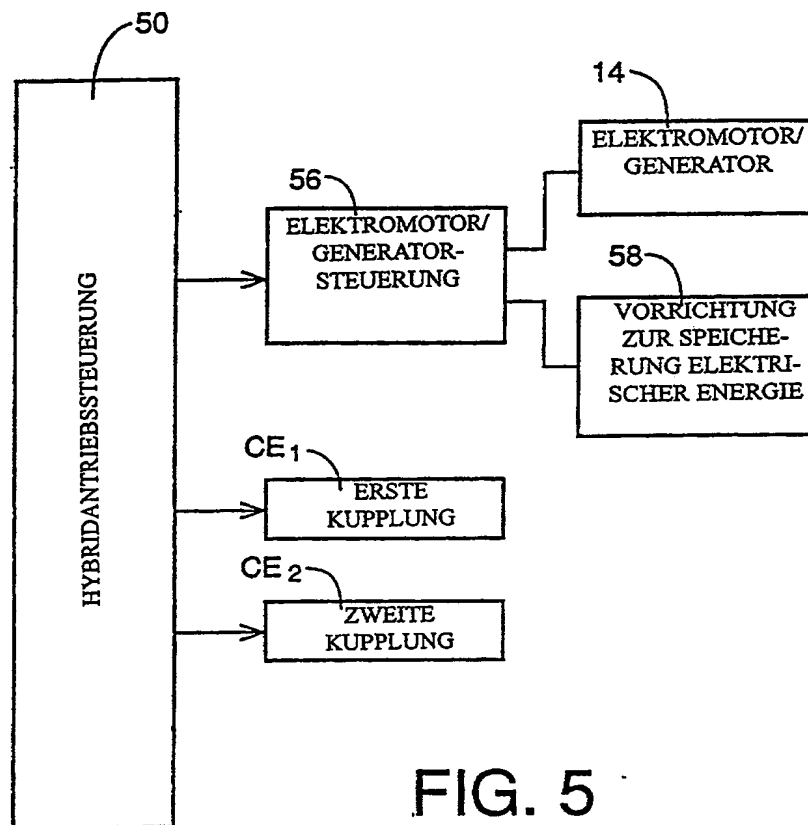


FIG. 5

FIG. 6

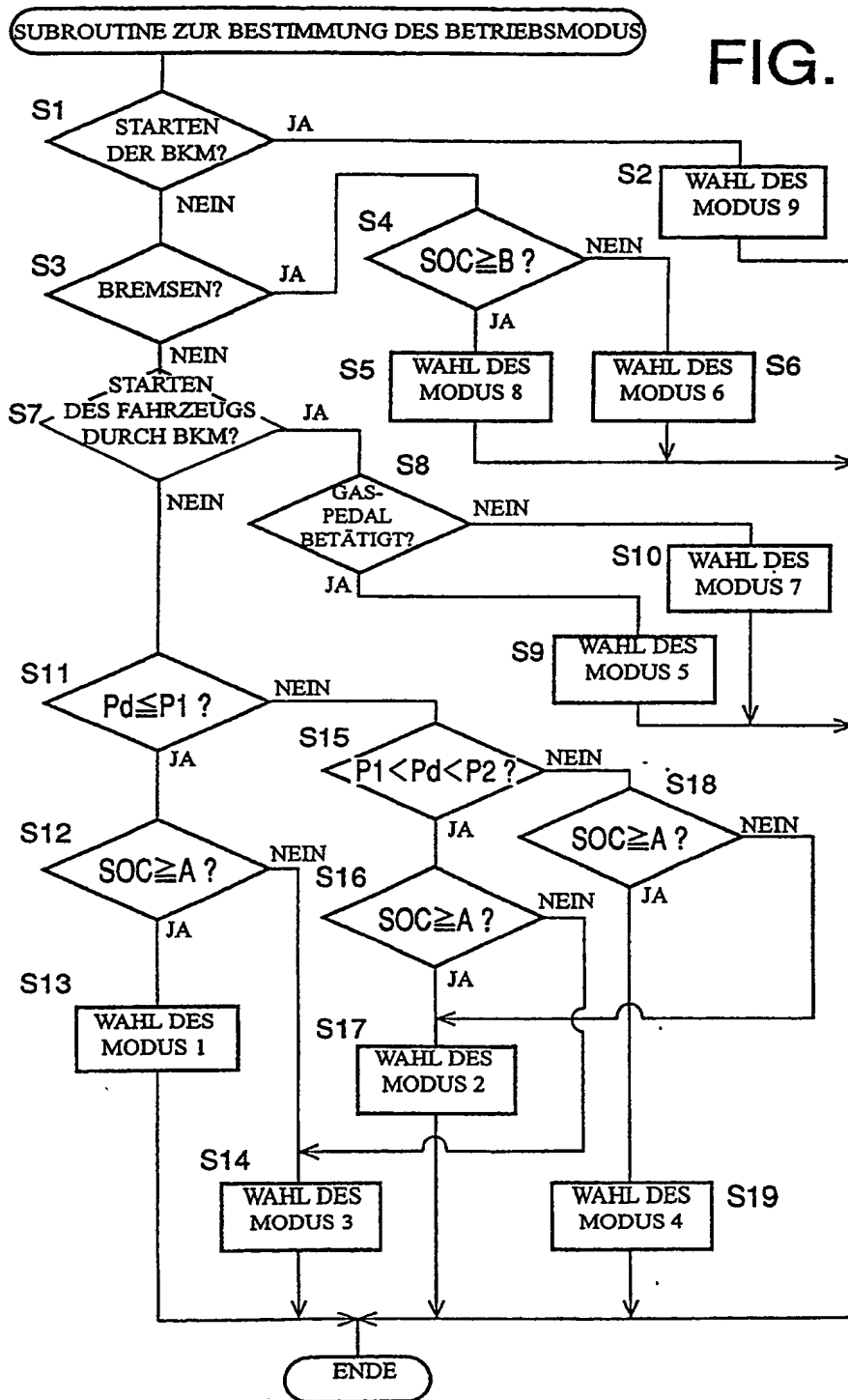


FIG. 7

MODUS	KUPPLUNGEN		BRENN- KRAFT- MASCHINE	SPEICHERVORRICHTUNG	MODUSBEZEICHNUNG
	CE1	CE2			
1	OFF	ON	AUS	ENTLADEN	ELEKTROMOTORANTRIEB
2	ON	ON	EIN	KEIN ENERGIE- VERBRAUCH	BRENNKRAFTMASCHINENANTRIEB
3	ON	ON	EIN	LADEN	BRENNKRAFTMASCHINENANTRIEB UND LADEN
4	ON	ON	EIN	ENTLADEN	BRENNKRAFTMASCHINEN-/ ELEKTROMOTORANTRIEB
5	ON	OFF	EIN	LADEN	STARTEN DES FAHRZEUGS DURCH DIE BRENNKRAFTMASCHINE
6	OFF	ON	AUS	LADEN	REGENERATIVES BREMSEN
7	ON	OFF	EIN	KEIN ENERGIE- VERBRAUCH	ELEKTRISCH NEUTRALER ZUSTAND
8	ON	ON	AUS	KEIN ENERGIE- VERBRAUCH	BRENNKRAFTMASCHINENBREMSSEN
9	ON	ON	STARTEN	ENTLADEN	BRENNKRAFTMASCHINENSTARTEN

FIG. 8

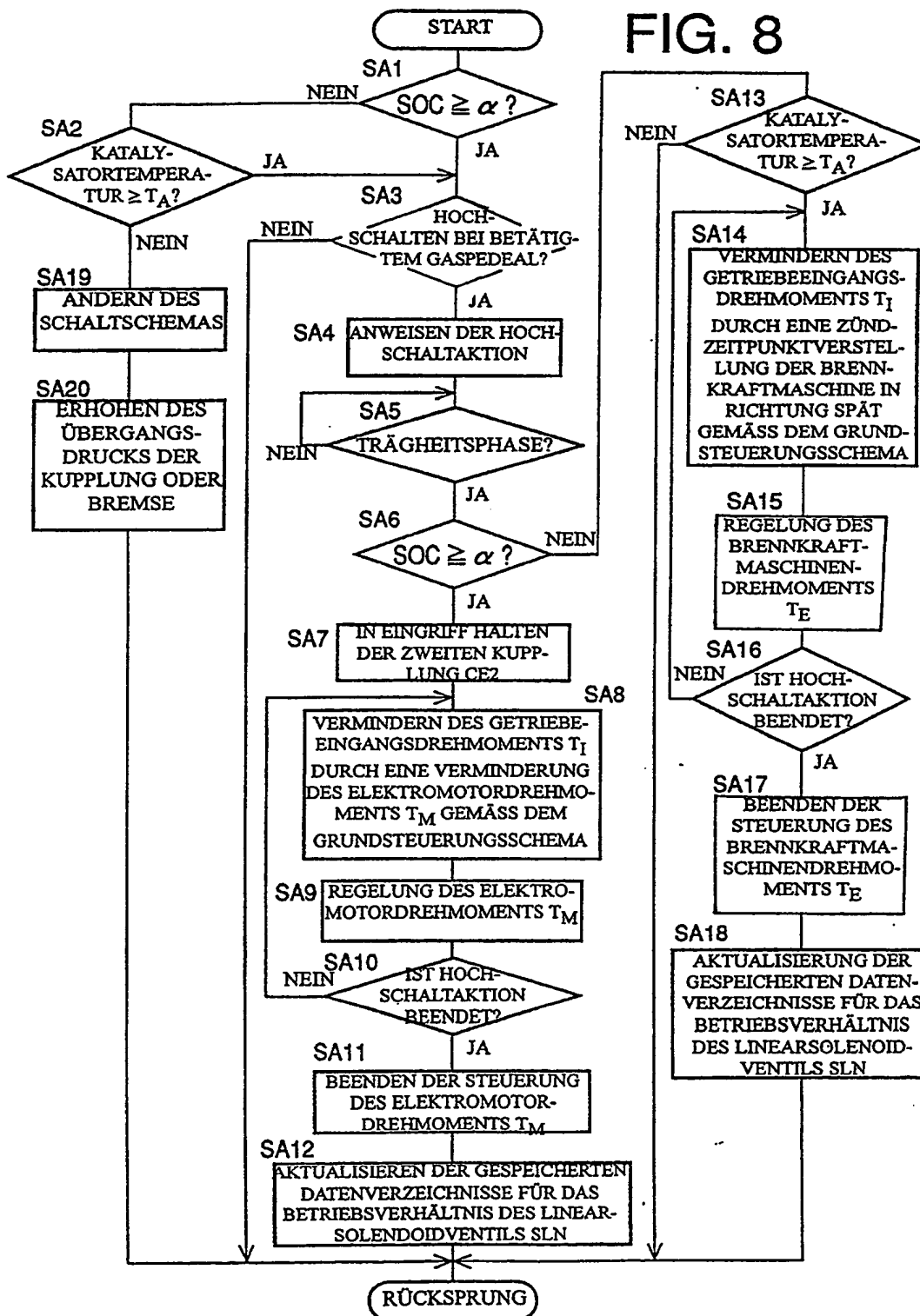


FIG. 9

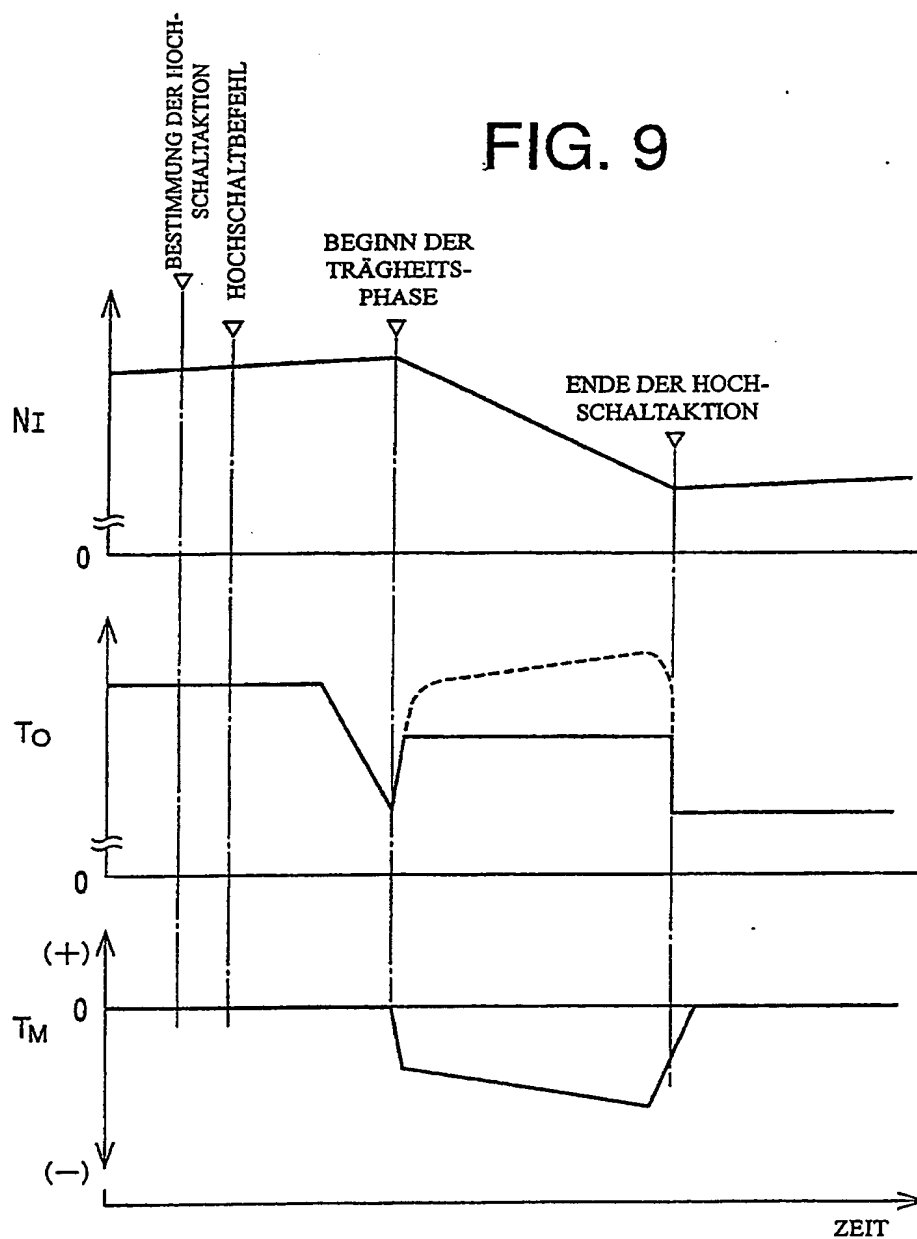


FIG. 10

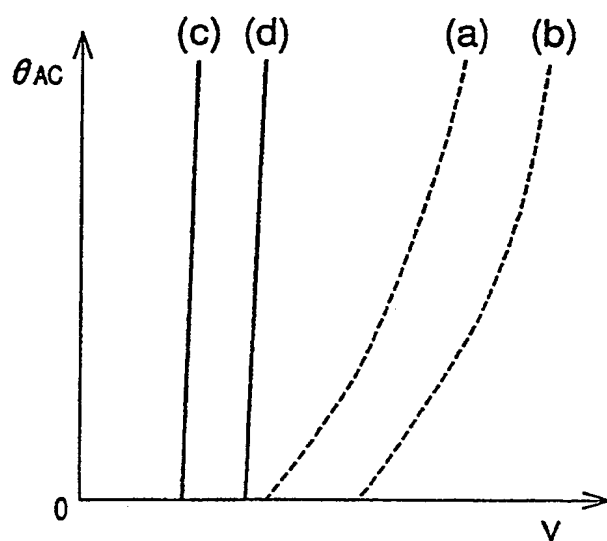


FIG. 11

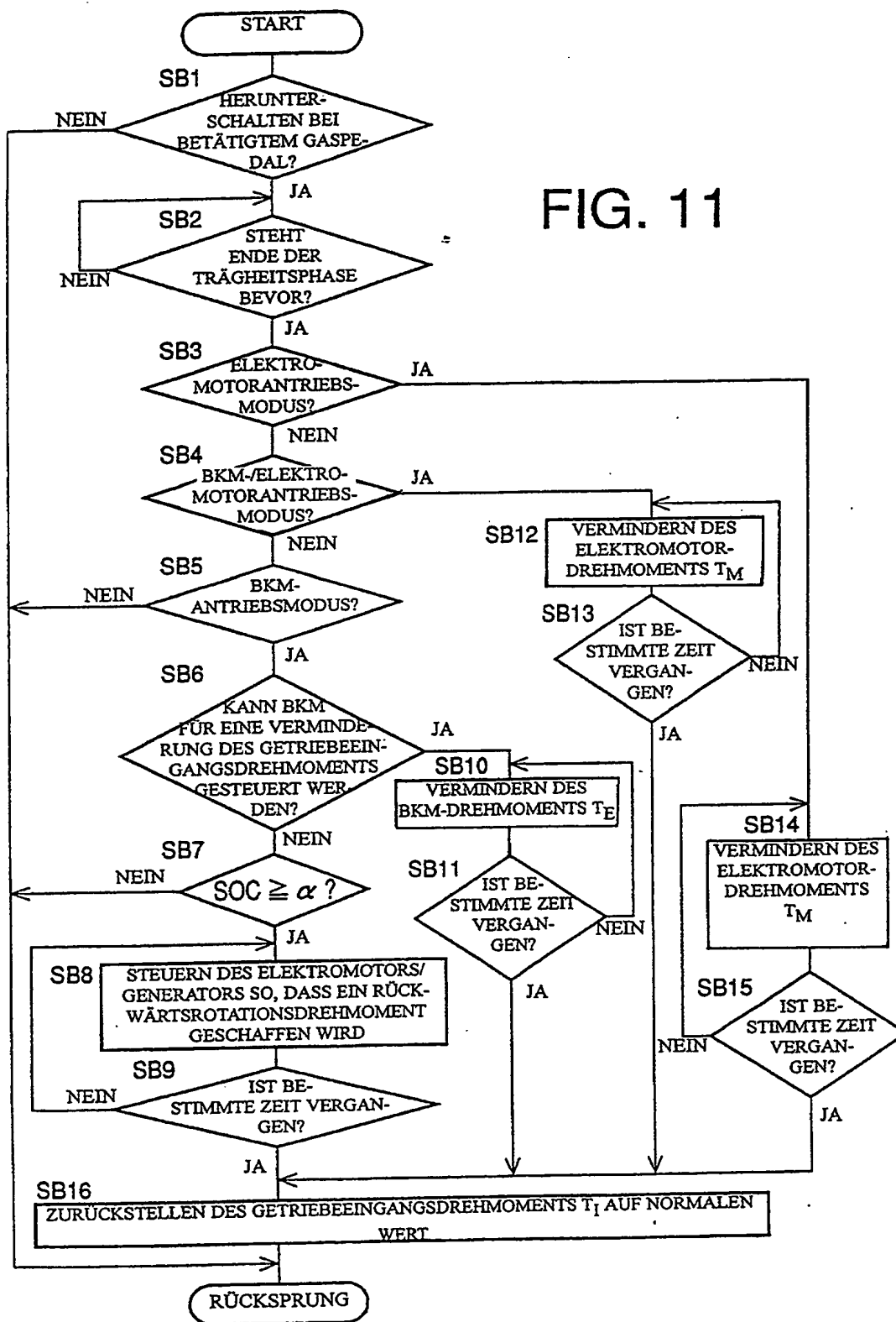


FIG. 12

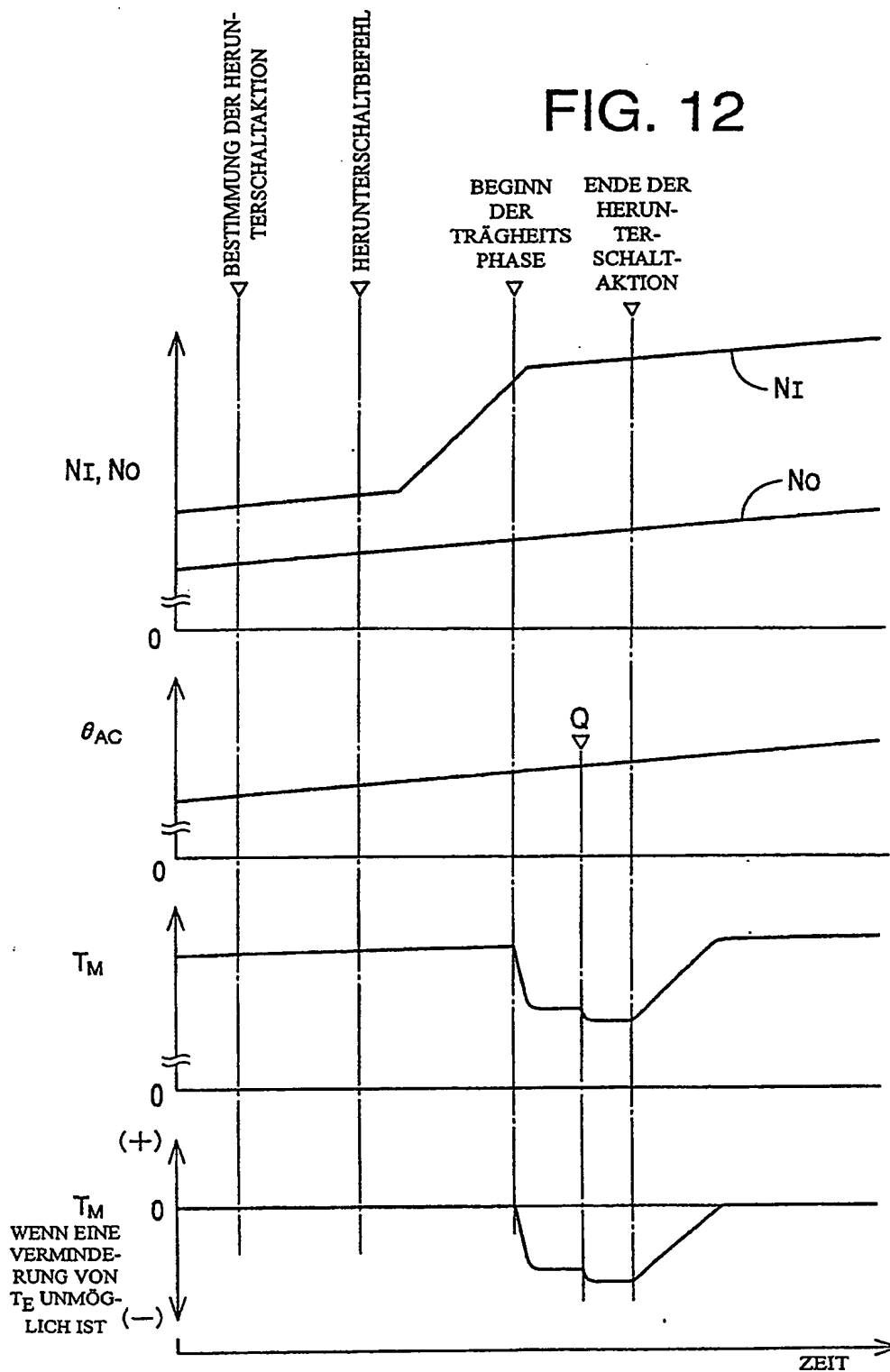


FIG. 13

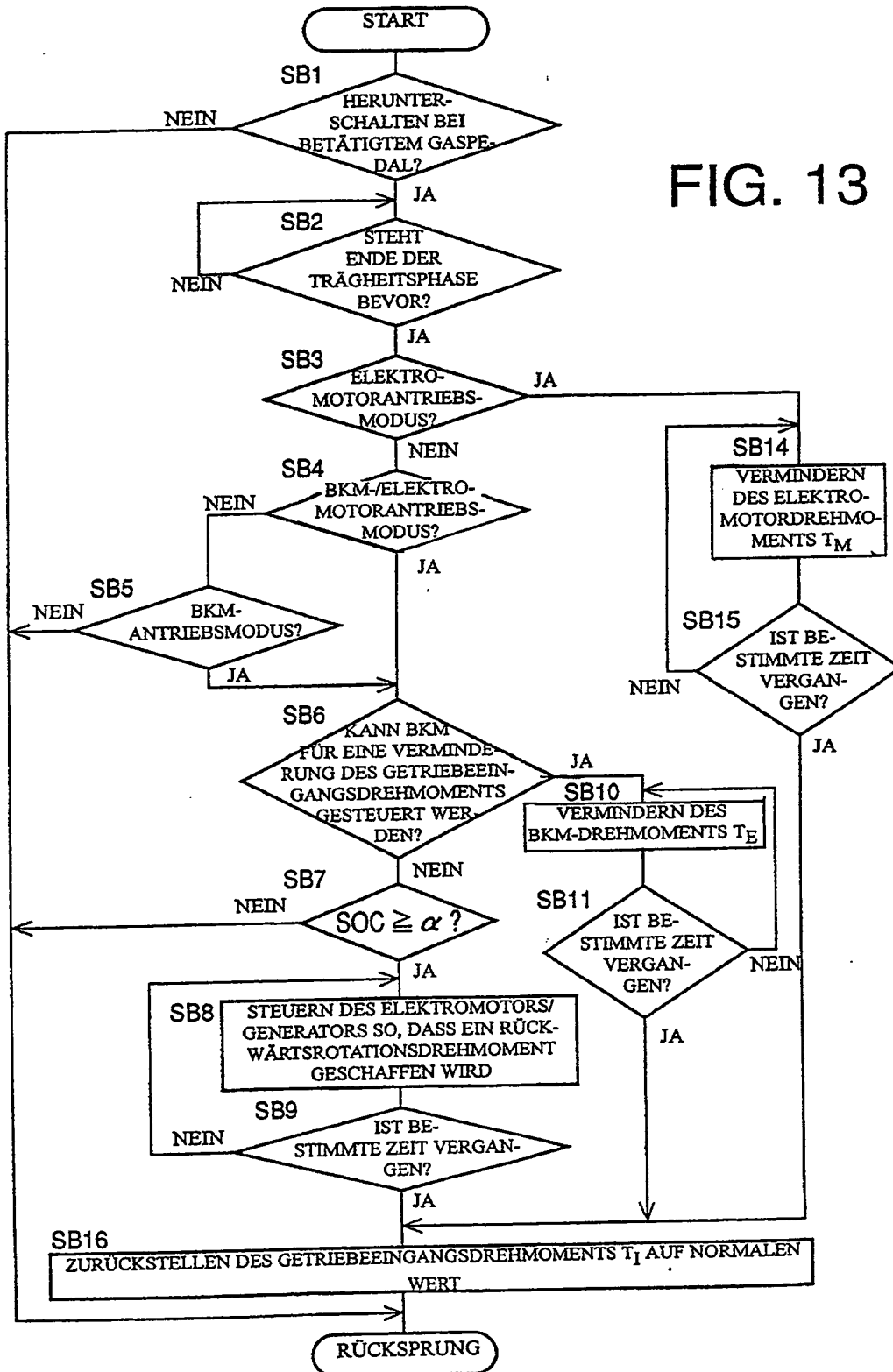


FIG. 14

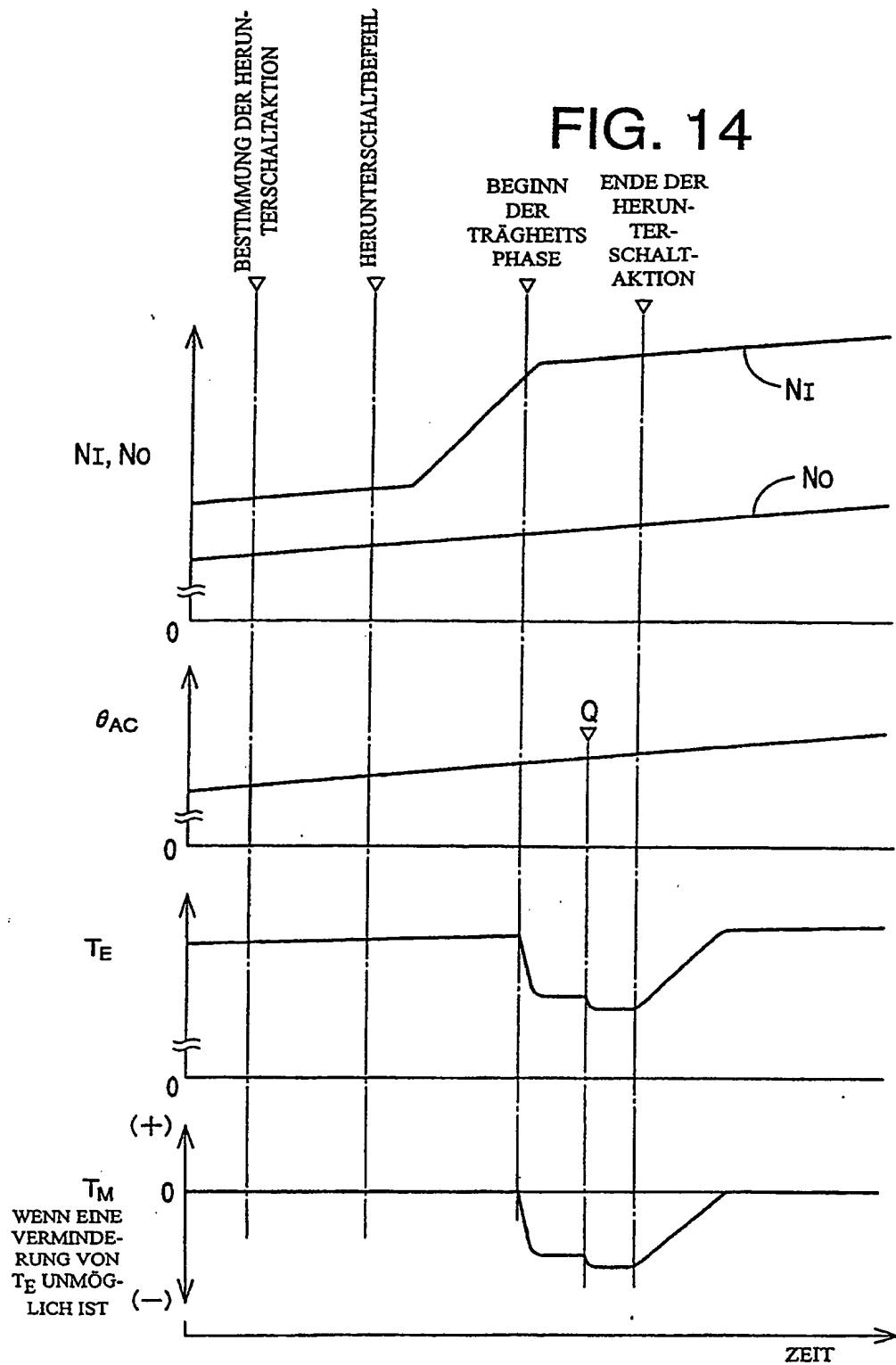


FIG. 15

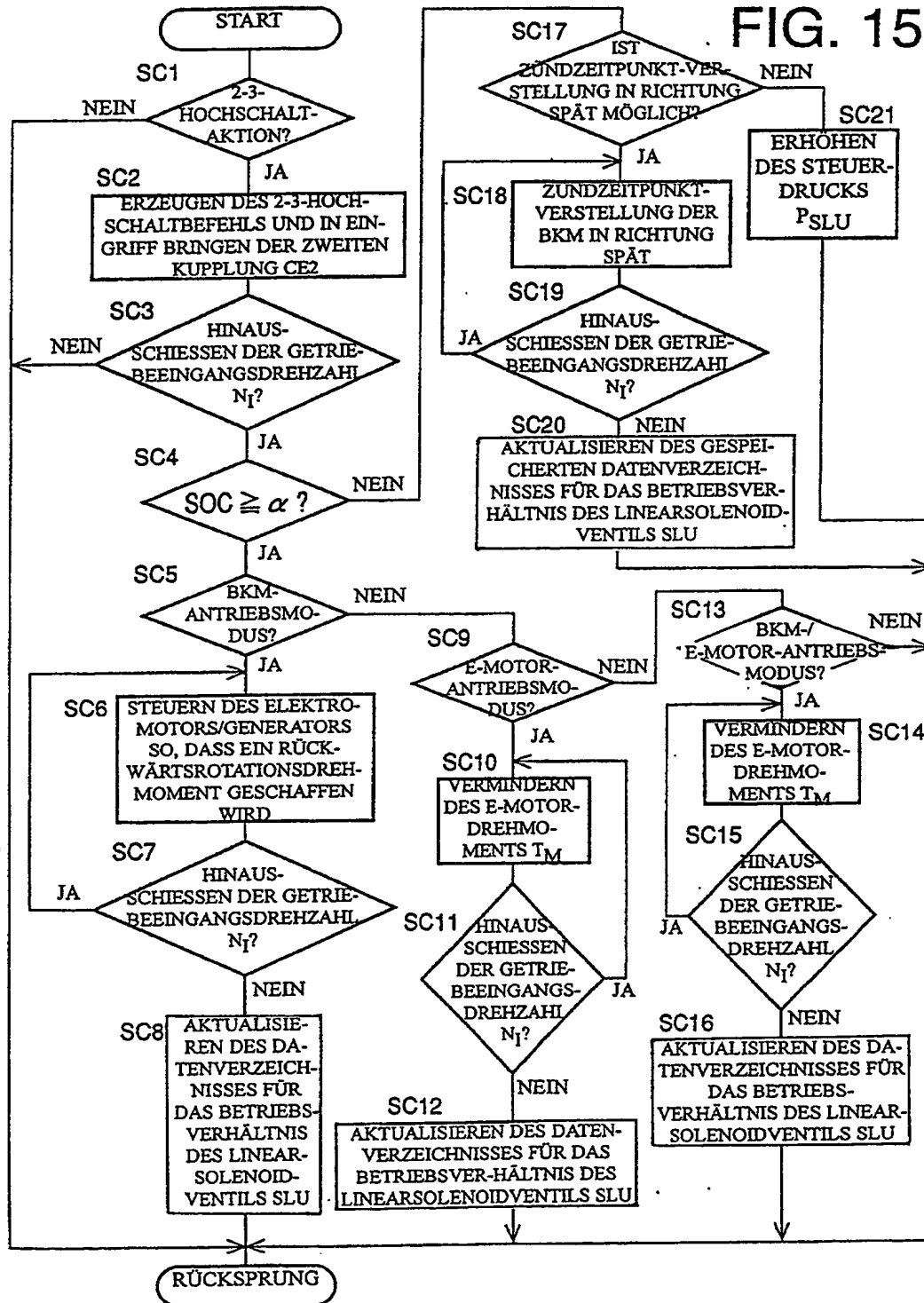


FIG. 16

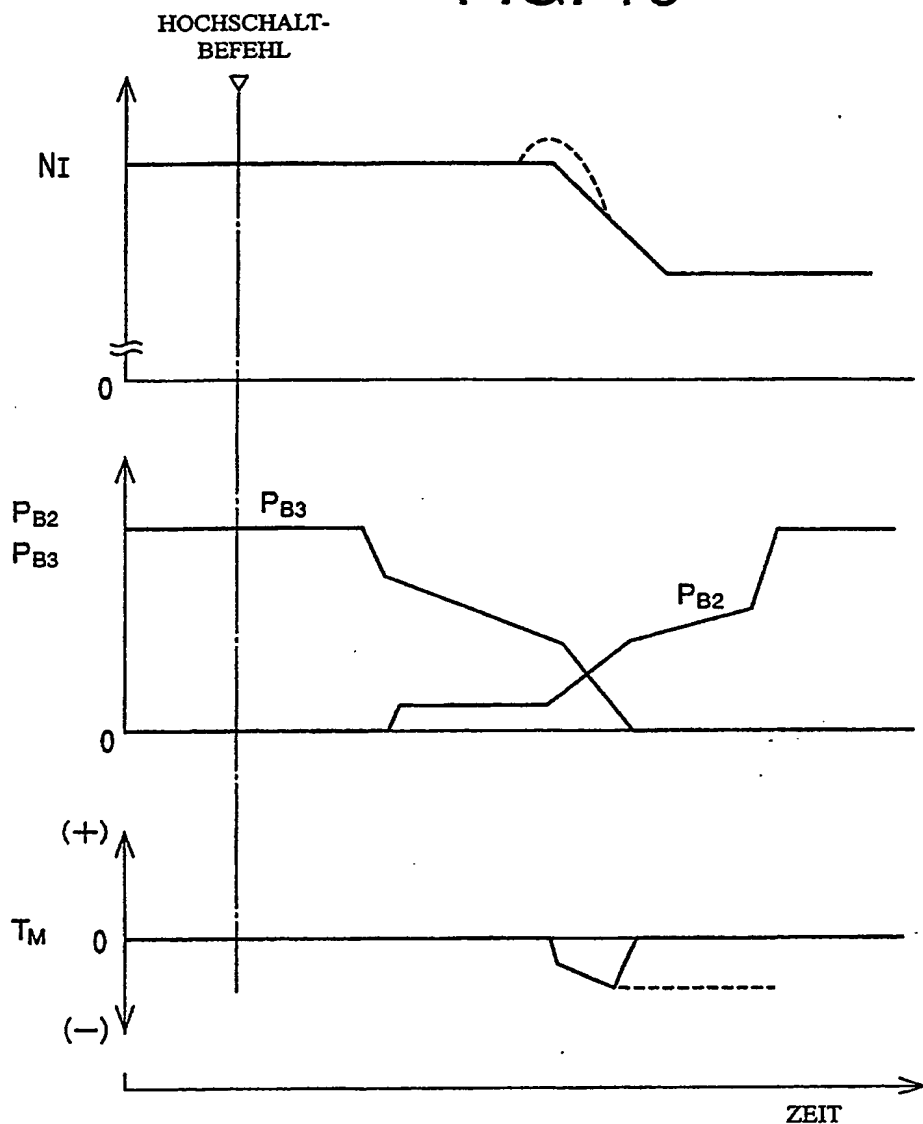


FIG. 17

LERNKOMPENSATIONSDATEN-
VERZEICHNISSE

DREHMOMENT- VERMINDERUNG % TYP DER LERNKOMPENSATION	~10%	10~20	20~30	30~40	40%~
	SC8	SC12	SC16	SC20	
	ΔP_{SLUA1}	ΔP_{SLUA2}	ΔP_{SLUA3}	ΔP_{SLUA4}	ΔP_{SLUA5}
	ΔP_{SLUB1}	ΔP_{SLUB2}	ΔP_{SLUB3}	ΔP_{SLUB4}	ΔP_{SLUB5}
	ΔP_{SLUC1}	ΔP_{SLUC2}	ΔP_{SLUC3}	ΔP_{SLUC4}	ΔP_{SLUC5}
	ΔP_{SLUD1}	ΔP_{SLUD2}	ΔP_{SLUD3}	ΔP_{SLUD4}	ΔP_{SLUD5}

FIG. 18

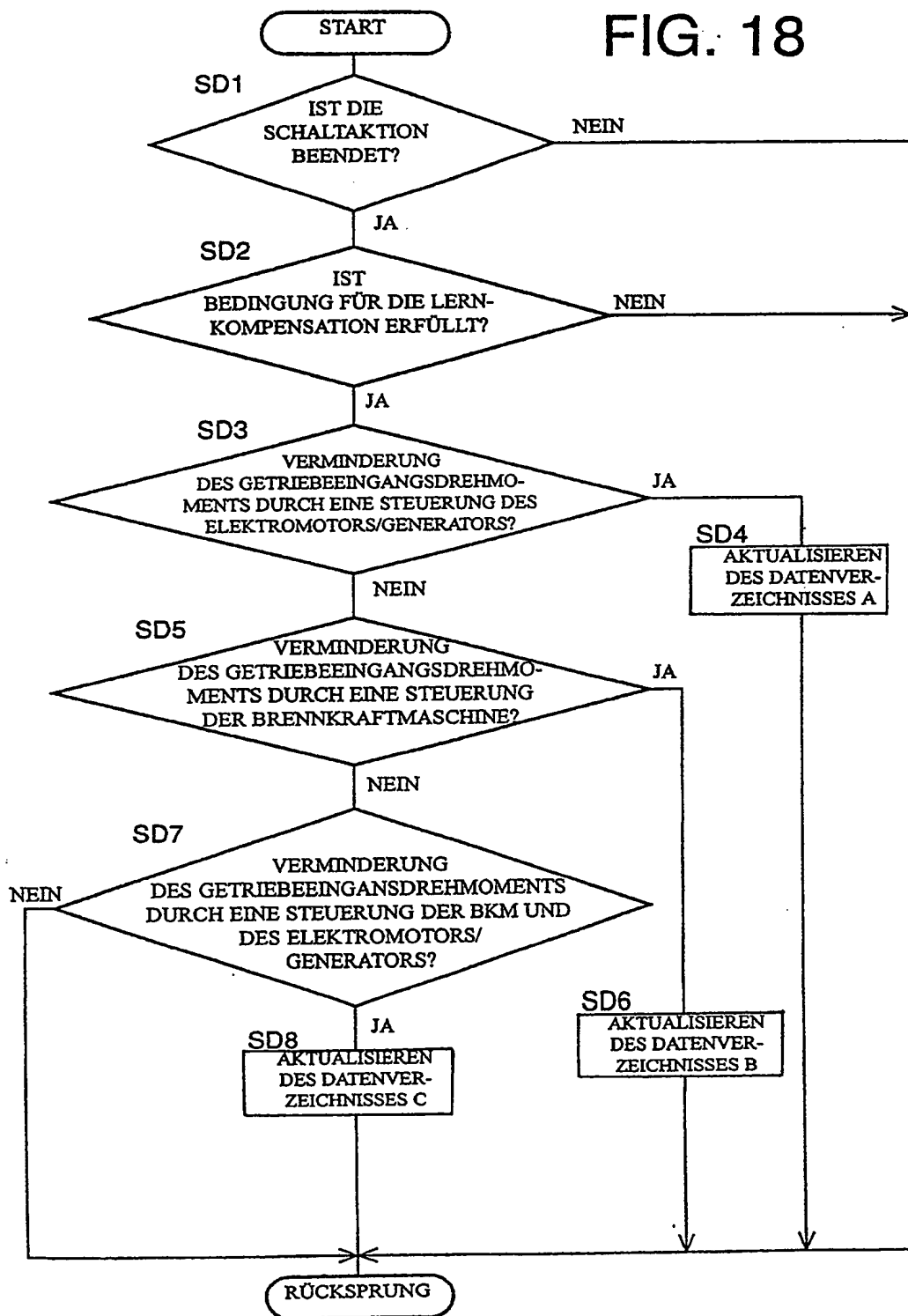


FIG. 19

LERNKOMPENSATIONSDATENVERZEICHNIS A

HOCHSCHALT- AKTIONEN EINGANGS- DREHMOMENT	1→2	2→3	3→4	4→5
T _{I1}	ΔP_{A12T1}	ΔP_{A23T1}	ΔP_{A34T1}	ΔP_{A45T1}
T _{I2}	ΔP_{A12T2}	ΔP_{A23T2}	ΔP_{A34T2}	ΔP_{A45T2}
T _{I3}	ΔP_{A12T3}	ΔP_{A23T3}	ΔP_{A34T3}	ΔP_{A45T3}
T _{I4}	ΔP_{A12T4}	ΔP_{A23T4}	ΔP_{A34T4}	ΔP_{A45T4}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
T _{I8}	ΔP_{A12T8}	ΔP_{A23T8}	ΔP_{A34T8}	ΔP_{A45T8}

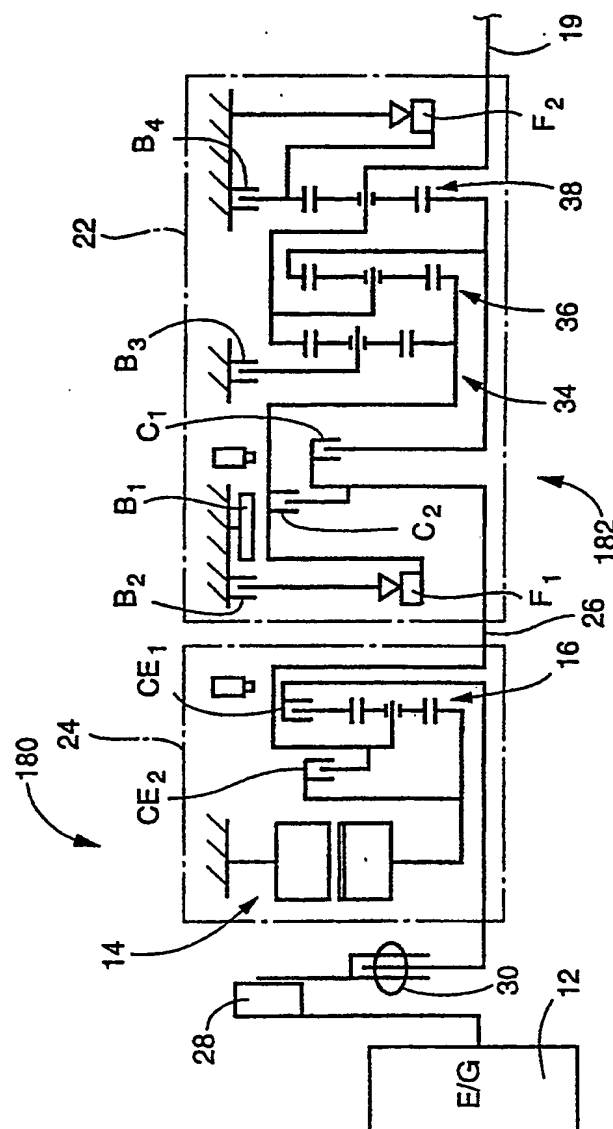


FIG. 20

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 21

WÄHL- HEBEL	GETRIEBE	KUPPLUN- GEN		BREMSEN				FREILAUF- KUPPLUNGEN		ÜBERSET- ZUNGS- VERHÄLTNIS
		C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	F ₁	F ₂	
N	N									—
R	R		○				○			—4.550
D	1.	○					●		○	3.357
	2.	○				○				2.180
	3.	○		●	○			○		1.424
	4.	○	○		○					1.000

BEST AVAILABLE COPY